

**SOFTWARE DE COMUNICACIÓN ENTRE RADIOS TETRA Y
COMPUTADORES PERSONALES**

**DARIO FERNANDO CORTES TOBAR
JARDEN DE JESUS VEGA GOMEZ**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA Y ELECTRONICA
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRONICA
SANTIAGO DE CALI
2008**

**SOFTWARE DE COMUNICACIÓN ENTRE RADIOS TETRA Y
COMPUTADORES PERSONALES**

**DARIO FERNANDO CORTES TOBAR
JARDEN DE JESUS VEGA GOMEZ**

**PASANTIA PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**Director:
ZEIDA MARIA SOLARTE
Ingeniero Electrónico**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA Y ELECTRONICA
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRONICA
SANTIAGO DE CALI
2008**

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Electrónico.

Ing. ZEIDA MARIA SOLARTE
Directora

Ing. FERNANDO CARVAJAL
Jurado

Santiago de Cali, Junio 12 de 2008

AGRADECIMIENTOS

Nuestros más sinceros agradecimientos los profesores Ramiro Nogales y Lida Peña Paz quienes nos han proporcionado invaluable asesoría y apoyo y con sus consejos han facilitado la culminación de éste proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	10
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	13
1. MARCO TEORICO	14
1.1 SISTEMAS RADIO TRUNKING	14
1.2 EL ESTÁNDAR TETRA	15
1.3 EL SISTEMA NEBULA	17
1.4 ENLACE PC-TERMINAL TETRA	20
1.5 ARQUITECTURA DE SOFTWARE	22
1.5.1 Programación por capas (Niveles)	23
1.6 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE APLICACIONES UML	24
2. COMPONENTES DE LA RED TETRA DE EMCALI	26
3. DESCRIPCION GENERAL DE LA APLICACION	29
3.1 PERSPECTIVA DEL PRODUCTO	29
3.2 FUNCIONES DEL PRODUCTO	29
3.3 CARACTERÍSTICAS DEL USUARIO	29
4. ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS	30
4.1 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES	30
4.2 REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES	30

4.3 REQUERIMIENTOS DE DOMINIO	30
5. CASOS DE USO	31
5.1 DIAGRAMA DE CASOS DE USO	31
5.2 LISTA DE CASOS DE USO	32
5.3 ACTORES	32
5.4 DETALLES DE CASOS DE USO	32
5.4.1 Descripción Casos de Uso	32
6. MODELO DE DOMINIO	43
7. DIAGRAMAS DE SECUENCIA PARA DESCRIPCION DE LOS CASOS DE USO	44
7.1 INICIAR APLICACIÓN	44
7.2 REALIZAR LLAMADA	45
7.3 ENVIAR DATOS	46
7.4 REALIZAR CONSULTA	47
7.5 PERMITIR LLAMADAS	48
7.6 CREAR/ELIMINAR GRUPO	49
7.7 MOVER A GRUPO	50
7.8 HABILITAR SERVICIO	50
8. DIAGRAMAS DE CLASES	51
8.1 PAQUETE INTERFAZ	52
8.2 PAQUETE CONTROL	52
8.3 PAQUETE ENTIDAD	54

8.4 CONTROL MAESTRO	55
9. DIAGRAMAS DE SECUENCIA	56
9.1 VOZ	56
9.2 DATOS – CONSULTA	57
9.3 GESTIÓN	58
10. DIAGRAMA DE DESPLIEGUE	59
11. CONCLUSIONES	60
12. RECOMENDACIONES	63
BIBLIOGRAFIA	64

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Red Trunking	14
Figura 2. Red TETRA	16
Figura 3. Armario SCN NEBULA	18
Figura 4. Estructura red TETRA Teltronic	19
Figura 5. Comunicación con Line Dispatcher	21
Figura 6. Comunicación con Redes Externas	22
Figura 7. Arquitectura de 3 niveles	24
Figura 8. Radios TETRA EMCALI	26
Figura 9. Componentes red TETRA EMCALI	27
Figura 10. Estación Base Repetidora (BSR)	28
Figura 11. Sistema de Gestión (NMS)	28
Figura 12. Diagrama del Servicio	29
Figura 13. Diagrama de Casos de uso	31
Figura 14. Modelo de Dominio	43
Figura 15. Diagrama Inicio de la Aplicación	44

Figura 16. Diagrama Realizar Llamada	45
Figura 17. Diagrama Envío de datos	46
Figura 18. Diagrama Realizar Consulta	47
Figura 19. Diagrama Permiso Llamadas	48
Figura 20. Diagrama Creación de grupos	49
Figura 21. Diagrama Gestión de Grupos	50
Figura 22. Diagrama Habilidadación del Servicio	50
Figura 23. Diagrama de Clases	51
Figura 24. Patrón Factory Method – Interfaz	52
Figura 25. Patrón Factory Method – Interfaz	53
Figura 26. Patrón Factory Method – Terminales	54
Figura 27. Patrón Bridge – NEBULA	55
Figura 28. Clase Control Maestro	55
Figura 29. Diagrama Secuencia Voz	56
Figura 30. Diagrama Secuencia Datos	57
Figura 31. Diagrama Secuencia Gestión	58
Figura 32. Diagrama de Despliegue	59

GLOSARIO

BSR: repetidor estación base.

CNC: controlador del nodo central.

ETSI: instituto europeo para estandarización de las telecomunicaciones (European Telecommunications Standards Institute)

FULLDUPLEX: Cualidad de los elementos que permiten la entrada y salida de datos de forma simultánea.

GPRS: servicio general de radio por paquetes (General Packet Radio Service)

GSM: sistema global para las comunicaciones móviles, (Global System for Mobile communications)

HANDOVER: sistema utilizado en comunicaciones móviles celulares con el objetivo de transferir el servicio de una estación base a otra cuando la calidad del enlace es insuficiente.

ISDN: sistema para transmisión telefónica digital (Integrated Services Digital Network)

IOP: certificados de interoperabilidad.

LINE DISPATCHER: despachador en línea.

LSC: controlador local.

MAM: modulo de alarmas y mantenimiento.

MCCH: canal de control principal (Main Control Channel)

N2A: protocolo interfaz IP Nebula (NEBULA IP Interface Access)

NEBULA: red TETRA de Teltronic.

NGN: red de próxima generación.

NMS: sistema de gestion de red (Network Management System)

PABX/PSTN: central de telefonía pública conmutada (Private Automatic Branch Exchange / Public switched telephone network)

PDCH: canal paquete de datos (Packet Data Channel)

PDP: protocolo paquete de datos (Packet Data Protocol)

ROAMING: itinerancia, concepto utilizado en comunicaciones inalámbricas relacionado con la capacidad de un dispositivo para moverse de una zona de cobertura a otra.

SBS: estación base.

SCN: nodo de control del sistema.

SEMIDUPLEX: intercambio de datos entre dos terminales, en la que la transmisión se lleva a cabo de manera alternativa, es decir, mientras un terminal está transmitiendo el otro solo puede recibir y viceversa.

SIN: interfaz nodo-estacion base.

SMS: servicio de mensajes cortos (Short Message Service)

SYNC: tarjeta de sincronización.

TEA: algoritmo ligero de encriptamiento (Tiny Encryption Algorithm)

TETRA: radio trunking terrestre (Terrestrial Trunked Radio)

UML: lenguaje unificado de modelado.

VOIP: telefonía sobre protocolo de internet (Voice on Internet Protocol)

WIMAX: interoperabilidad mundial para acceso por microondas, (Worldwide Interoperability for Microwave Access)

RESUMEN

Afrontando los nuevos retos en el mercado de las telecomunicaciones, EMCALI E.I.C.E., E.S.P compró a la empresa china Zte una Red de Próxima Generación (NGN) la cual es capaz de proveer los servicios tradicionales de telecomunicaciones y hacer uso de múltiples tecnologías de banda ancha y de transporte con capacidades de calidad del servicio y donde las funciones relacionadas con el servicio son independientes de las tecnologías relacionadas con el transporte. En pocas palabras, la NGN es capaz de unificar en una sola estación de gestión y control toda la variedad de servicios en telecomunicaciones que ofrece EMCALI como son telefonía análoga y digital, Internet conmutado, banda ancha y WiMax, pero también es capaz de gestionar nuevos servicios como la televisión digital, telefonía inalámbrica GSM y la telecomunicación usando el estándar TETRA. Pensando en esos nuevos servicios, EMCALI compró una plataforma TETRA representada en radios portátiles y radios móviles y toda la infraestructura para establecer esta comunicación; estos radios pueden comunicarse entre sí y son monitoreados y gestionados a través de una NMS (*Network Management System*), pero ésta NMS es única, además de costosa, por lo que una empresa que compre el servicio de Radios TETRA a EMCALI no podrá hacer monitoreo de sus terminales de radio.

Dado que no existe un sistema para que quienes compren el servicio TETRA a EMCALI puedan comunicarse con los radios desde un computador personal ubicado en una oficina o un hogar y que funcione como estación de control, se planteó el proyecto de realizar las especificaciones que permitan la implementación de un software para efectuar la comunicación de voz y de datos entre computadores personales y los radios TETRA.

Como trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Electrónico se realizó una pasantía en EMCALI E.I.C.E., E.S.P desarrollando dicho proyecto y en éste documento se describe tanto la estructura de la red TETRA como la especificación de los requerimientos que cumplan con las necesidades de EMCALI y a partir de ellos se realizó la descripción de los casos de uso que enmarcarán el funcionamiento y alcance de la aplicación. Se usó lenguaje Unificado de Modelado UML para estructurar el desarrollo del aplicativo y poder garantizar su escalabilidad puesto que el proyecto está pensado para ser implementado en un lenguaje de programación orientado a objetos.

INTRODUCCIÓN

En un mundo cada vez más pequeño y próximo gracias a las telecomunicaciones, pero a la vez más dependiente de ellas y más vulnerable a alguna falla de las mismas, se hace indispensable contar con sistemas de telecomunicaciones robustos, que soporten fallas inherentes al uso, condiciones atmosféricas o catástrofes naturales. Es con base en esos requerimientos se ha desarrollado el sistema TETRA (Terrestrial Trunked Radio), el cual garantiza una comunicación confiable entre sus terminales a pesar de un fallo severo de las centrales.

EMCALI E.I.C.E., E.S.P ha adquirido una plataforma con ésta tecnología para la prestación del servicio entre usuarios corporativos, los cuáles deberían poder comunicar voz o datos entre los terminales de su flota y/o computadores personales, así como algunas funciones de gestión, monitoreo y registro para que sus usuarios puedan contar con una pequeña central de control o “line dispatcher” desde un PC.

El presente documento describe de manera rápida la estructura de la red TETRA adquirida por EMCALI, el proceso mediante el cual se realiza una comunicación de terminales TETRA, y las especificaciones con las cuales se desarrollará el aplicativo que cumpla con los requerimientos de EMCALI para dicha red y los usuarios que adquieran el servicio, esto sujeto a la adquisición por parte de EMCALI del protocolo de comunicaciones N2A (*NEBULA IP Interface Access*), protocolo propiedad de Teltronic, y a través del cual se logra la comunicación IP.

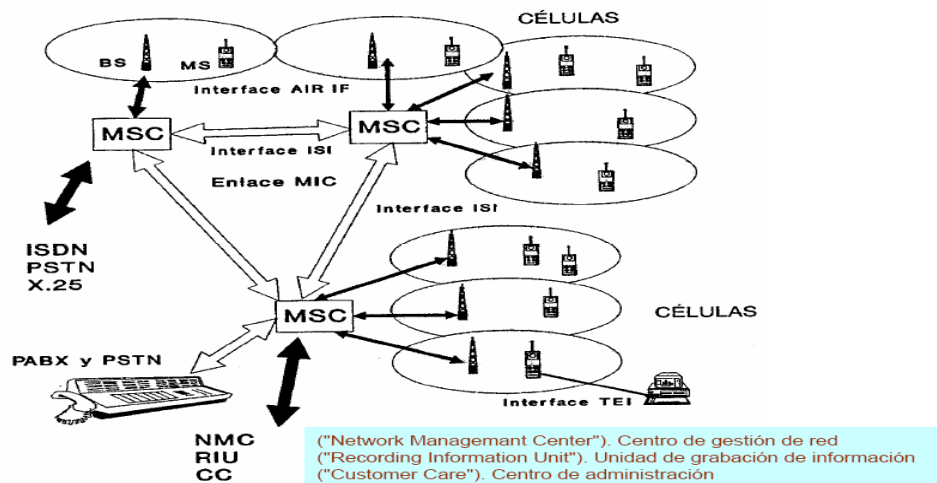
1. MARCO TEÓRICO

1.1 SISTEMAS RADIO TRUNKING

Los Sistemas Radio Trunking son sistemas de radiocomunicaciones móviles para aplicaciones privadas, formando grupos y subgrupos de usuarios, con las siguientes características principales:

- Estructura de red celular (independientes de las redes públicas de telefonía móvil).
- Los usuarios comparten los recursos del sistema de forma automática y organizada.
- Cuando se requiere, por el tipo de servicio, es posible el establecimiento de canales prioritarios de emergencia que predominarían sobre el resto de comunicaciones del grupo.

Figura 1. Red Trunking



Fuente: Trunking Digital TETRA [en línea]. Zaragoza: Teltronic, 2007. [Consultado 06 de octubre de 2007]. Disponible en Internet: http://www.teltronic.es/soluciones.aspx?Area_ID=20&Nodl_Id=355

Son sistemas que han ido estandarizando las diferentes interfaces desde su introducción en el año 1997. En la actualidad se está produciendo un proceso de estandarización con los sistemas digitales.

A su vez, el trunking es un sistema de radio en el que todas las comunicaciones

van precedidas de un código de llamada similar a una telefónica; si nuestro equipo la recibe y no es el destinatario la emite de nuevo, actuando como repetidor, y si es el destinatario se establece un circuito para asegurar la comunicación. Por lo tanto sólo oímos las comunicaciones destinadas a nosotros. Dependiendo del servicio instalado se puede implementar conexión a la red de telefonía pública.

El proceso de estandarizado con los sistemas digitales de trunking a dado como resultado un estándar llamado TETRA el cual conserva las características de los sistemas trunking pero adicionalmente permite otras alternativas de mejor rendimiento y optimización de recursos.

1.2 EL ESTÁNDAR TETRA

TETRA (Terrestrial Trunked Radio) es un estándar elaborado por el ETSI (European telecommunications Standards institute) que ha reunido propuestas de operadores de redes, administraciones nacionales, fabricantes de equipos y usuarios de servicios móviles para establecer una norma abierta para las comunicaciones digitales troncales.

Los certificados de interoperabilidad (IOP) aseguran que distintos fabricantes de infraestructura y terminales pueden operar juntos en cualquier red TETRA sin problemas.

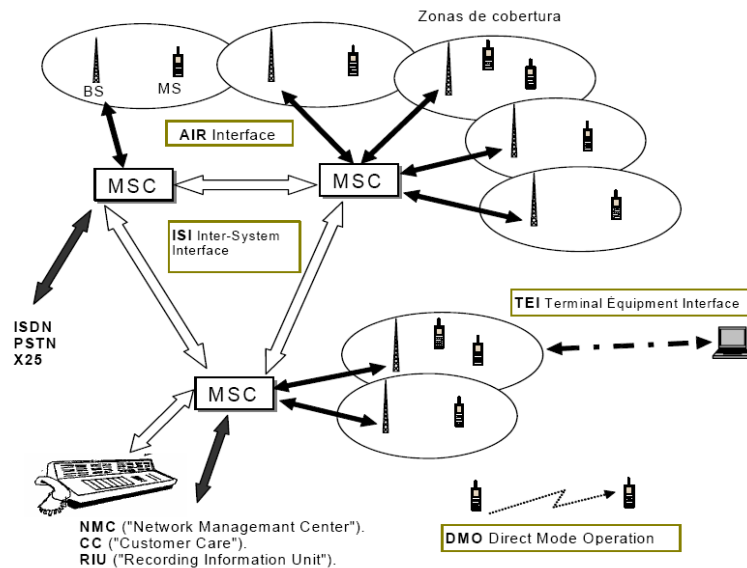
La aplicación de este estándar está orientada a soluciones altamente especializadas en el ámbito profesional, donde características como fiabilidad y costos son un requerimiento importante, se observa en sectores críticos como lo son servicios de emergencias (policía, bomberos, ambulancias) y para transmisión de datos.

Tetra presenta grandes ventajas con respecto a otros sistemas digitales como GSM que hacen que Tetra se presente como una muy buena opción para las telecomunicaciones inalámbricas. Las principales ventajas son:

- Utilización de una banda de frecuencias mucho más baja, lo que supone un menor necesidad de equipos repetidores para dar cobertura a una misma zona geográfica.
- Puede trabajar en modo terminal a terminal, en caso de fallo en las comunicaciones.

- Es un sistema digital más moderno que GSM por lo que la calidad de audio es superior al implementar sistemas más modernos de compresión de voz.
- Las capacidades de transmisión de datos están definidas en el propio estándar inicial y sólo son comparables al actual estándar GPRS.
- Mejor aprovechamiento del canal, ya que permite comunicaciones semi-duplex como la radio convencional o full-duplex como el teléfono en casos necesarios, utilizando los canales no ocupados.
- Menor grado de saturación, ya que el propio estándar garantiza una capacidad por defecto superior al doble de los canales convencionales en uso. Además dispone de comunicaciones priorizadas, por lo que en caso de saturación se garantizan la disponibilidad de estas comunicaciones prioritarias.
- Permite comunicaciones uno a muchos lo que mejora la gestión de grupos en caso de comunicaciones para coordinación de emergencias.
- Dispone de terminales específicos para cada necesidad. Así dispone de terminales portátiles (equiparables a teléfonos móviles), terminales móviles (destinados a vehículos) y terminales para bases.

Figura 2. Red TETRA



Fuente: Trunking Digital TETRA [en línea]. Zaragoza: Teltronic, 2007. [Consultado 06 de octubre de 2007]. Disponible en Internet: http://www.teltronic.es/soluciones.aspx?Area_ID=20&Nodl_Id=355

Pero así como Tetra tiene sus ventajas sobre GSM hay algunos inconvenientes que hacen que los usuarios duden un poco sobre el desempeño de Tetra. Los principales inconvenientes frente a GSM son:

- Requiere una menor densidad de usuarios que los servicios de GSM debido al tipo de modulación realizada.
- Los terminales tienen un precio mucho mayor al estar dirigido a sectores diferentes y no disponer de un mercado masivo de clientes.
- Las transferencias de datos son más lentas (max 19 Kbps), aunque se está mejorando en versiones más modernas de esta tecnología.
- Debido a la baja modulación de frecuencia, los terminales pueden interferir con dispositivos electrónicos sensibles, como marcapasos o desfibriladores.

1.3 EL SISTEMA NEBULA

NEBULA es el sistema de gestión de la red TETRA adquirido por EMCALI y desarrollado por el proveedor de la red, Teltronic, y basado en arquitectura Ethernet/IP. Su capacidad de conmutación es muy flexible y tiene un gran nivel de escalabilidad, pudiendo alcanzar niveles muy altos de redundancia. El sistema cuenta con portadoras que permiten soportar hasta 32 portadoras por Estación Base (SBS), los *Gateways* telefónicos pueden también estar localizados en las SBS proporcionando así interconexión telefónica distribuida. Una tarjeta SYNC interna proporciona la sincronización necesaria para un sistema multiemplazamiento* (con *handover* y *roaming*). Adicionalmente se puede usar GPS como una señal de sincronización alternativa.

NEBULA emplea el protocolo N2A (Network IP Interface Access) para su funcionamiento con redes Ethernet/IP, éste protocolo permite tanto integrar aplicaciones de voz y datos (modo paquete o modo circuito) como realizar gestión de datos (telemetría).

Los servicios básicos ofrecidos por NEBULA son:

Gestión de movilidad:

* Teltronic define multiemplazamiento como un sistema de varias radio bases conectadas entre si

- Registro / De-registro
- Re selección de célula (*handover*)

Seguridad clase 3

- Autenticación (del terminal y mutua)
- Cifrado interface aire con claves dinámicas.
- Algoritmos de cifrado TEA1, TEA2 y TEA3 (*Tiny Encryption Algorithm*)
- Habilitación / Inhabilitación remota
- Cifrado extremo a extremo, incluyendo *Gateway* telefónico

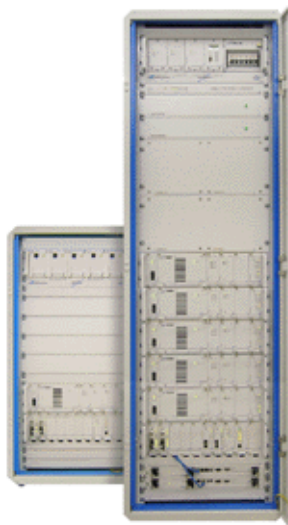
Servicios de voz

- Llamadas individuales/Grupo, semiduplex/dúplex, PABX/PSTN
- Normal/prioridad/emergencia
- Gestión múltiple de grupos

Servicio de datos

- Mensajes de estado, individuales o de grupo
- Mensajes de estado simultáneos en una llamada de voz
- Datos modo circuito y modo paquete

Figura 3. Armario SCN NEBULA



Fuente: Trunking Digital TETRA [en línea]. Zaragoza: Teltronic, 2007. [Consultado 06 de octubre de 2007]. Disponible en Internet: http://www.teltronic.es/soluciones.aspx?Area_ID=20&Nodl_Id=355

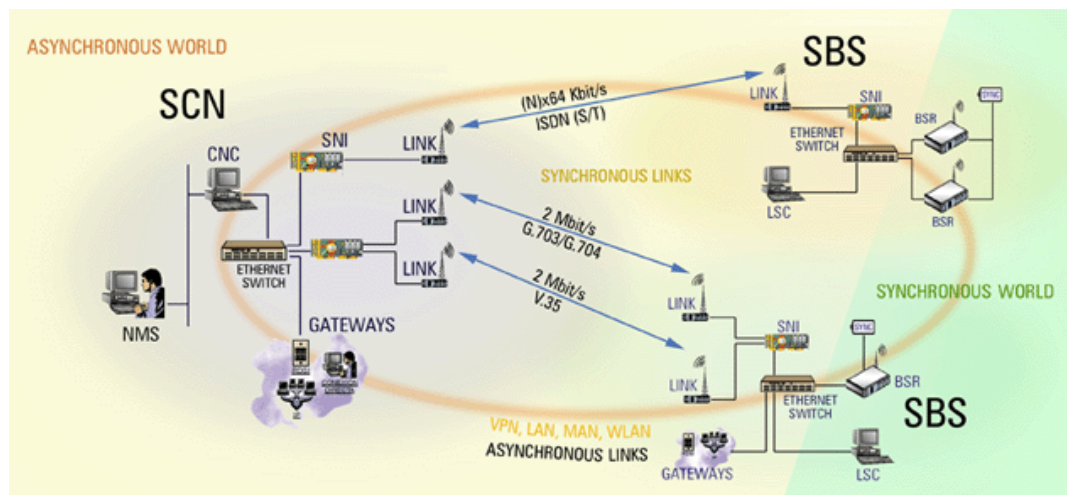
Servicios suplementarios

- Asignación dinámica de grupo
- Entrada tardía
- Identificación de llamante y de hablante
- Llamada prioritaria
- Bloqueo de llamadas entrantes o salientes

Gateways

- Teléfono PABX/PSTN
- SMS a GSM
- VoIP
- Gateway de mantenimiento remoto

Figura 4. Estructura red TETRA Teltronic



Fuente: NMS [CD-ROM]. Zaragoza: Teltronic, 2007. Requerimientos del Sistema.

➤ Terminología NEBULA:

- BSR: Base Estación Repetidora.
- CNC: Nodo Central de Control.
- Gateway-ISDN: Gateway para conectar a PABX o PSTN con formato ISDN.
- LSC: Controlador Local.
- N2A: NIIA, NEBULA IP Interface Access.
- SBS: Estación Base.
- SCN: Nodo de Control y Conmutación.

1.4 ENLACE PC-TERMINAL TETRA

El sistema NEBULA proporciona un servicio de transporte IP para dar soporte a aplicaciones de datos basadas en el protocolo TCP/IP.

Antes de poder intercambiar datagramas IP con otros terminales, y con elementos externos, el terminal necesita tener asociado un conjunto de parámetros denominado "Contexto PDP (Packet Data Protocol)", entre los que se encuentra una dirección IP con que identificarse como origen o destinatario de los envíos. La dirección IP es estática y está grabada en la configuración del terminal. En el momento de la negociación de parámetros, la infraestructura acepta o rechaza la dirección IP propuesta por el terminal.

Para que un usuario o "Line Dispatcher" de origen a una comunicación con uno o más terminales TETRA se debe tener la configuración:

En los terminales:

- Activación / desactivación del servicio PDP.
- Negociación de dirección IP: estática o dinámica.
- En caso de dirección estática: valor de la dirección IP.

En el sistema, por abonado:

- Permiso de utilización del servicio PDP.
- Dirección IP asociada al abonado. No es necesario configurarla, la infraestructura genera una dirección IP automáticamente basándose en el número de abonado (ISSI).

En el sistema, a nivel general:

- Servicio PDP disponible / no disponible.
- Conexión IP al exterior de la infraestructura: presencia de Gateway PDP en el SCN.
- Conexión IP al exterior de la infraestructura: dirección IP del router / firewall que media entre la infraestructura y el exterior.

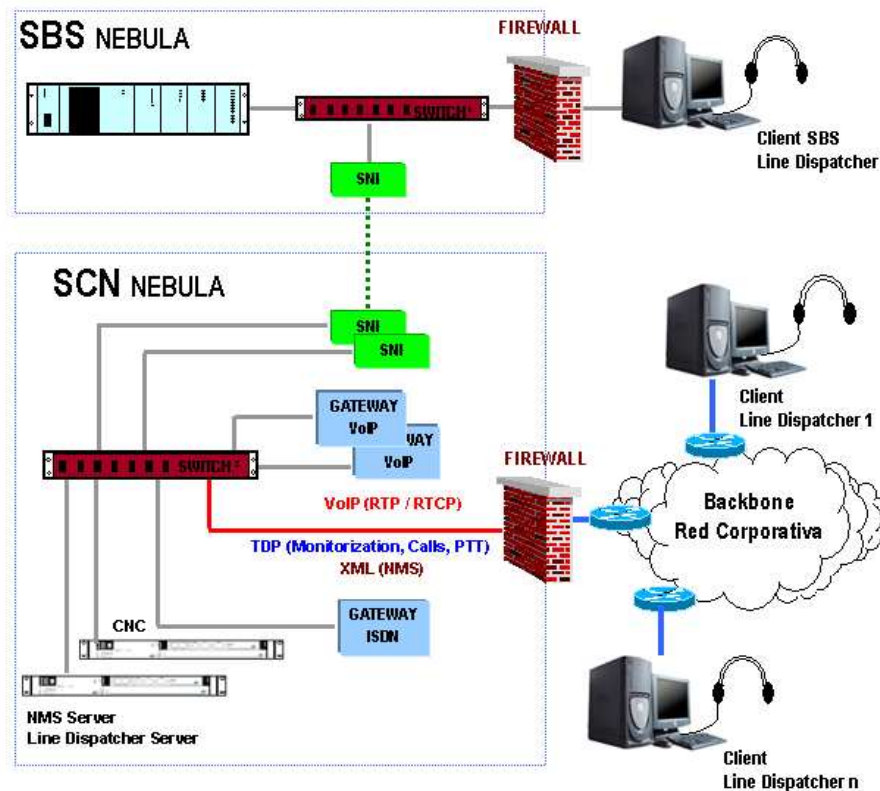
Un terminal con contexto PDP activo puede seguir operando normalmente en la red, establecer llamadas, cambiar de célula, recibir mensajes, etc. Además, será avisado por la infraestructura cuando haya datos disponibles destinados a su

dirección IP, y podrá a su vez solicitar a la infraestructura el envío de datagramas hacia otras direcciones.

Para recibir o enviar datagramas, el terminal pasa a un canal dedicado a este servicio, denominado PDCH ("Packet Data Channel"). Cuando la transmisión ha finalizado, el terminal vuelve al canal de control principal ("MCCH").

Al ser el Cliente Line Dispatcher* un tipo de elemento externo al armario, es obligatorio disponer un Firewall/Router, en lugar de conectarlos directamente por Ethernet al *switch* del SCN, entre el SCN y los Clientes Line Dispatcher.

Figura 5. Comunicación con Line Dispatcher



Fuente: NMS [CD-ROM]. Zaragoza: Teltronic, 2007. Requerimientos del Sistema

Cada usuario LINE DISPATCHER tendrá asociado un nombre de usuario (unívoco), una contraseña, un alias (varios usuarios pueden tener el mismo alias) y un número de abonado TETRA (unívoco). El Line Dispatcher se comportará

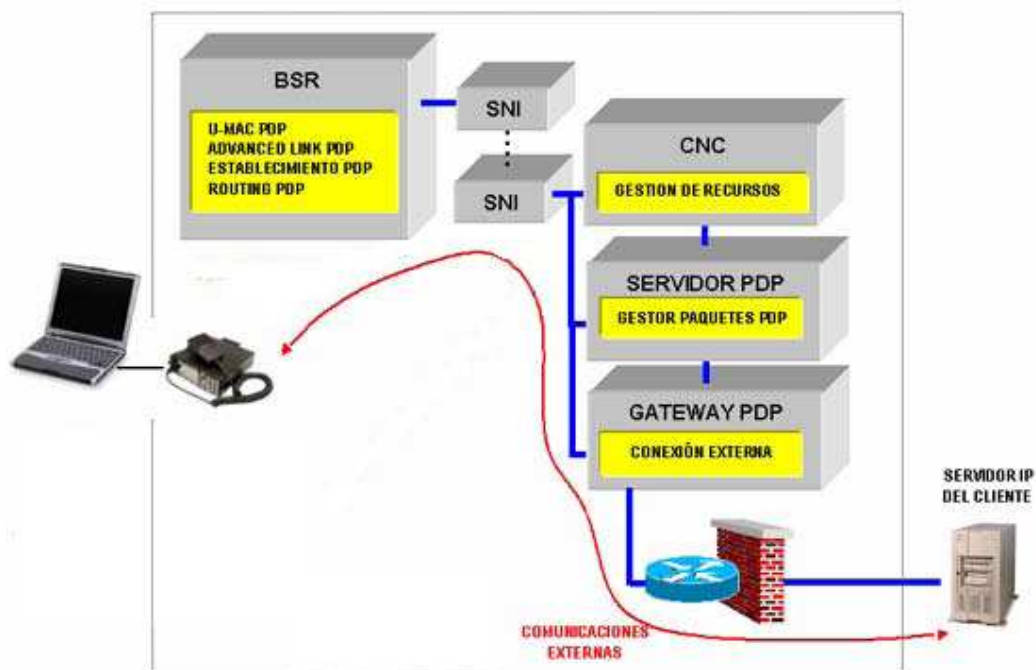
* Line Dispatcher es el usuario de la aplicación con privilegios para realizar gestión

como un nuevo terminal introducido en la red Tetra con un identificador Tetra especial.

Para cada usuario LINE DISPATCHER se configura la lista de flotas, los cuales permiten que automáticamente se abran los audios del equipo cliente Line Dispatcher.

Cuando un usuario Line Dispatcher comienza su sesión de trabajo, introduce su nombre de usuario y su contraseña para identificarse y autenticarse ("registro"). Esta información viaja hasta el CNC, de modo que a partir de ese momento se pueden cursar llamadas en el sistema que tenga como origen o destino ese número de abonado, y dichas llamadas se dirigirán automáticamente a ese puesto.

Figura 6. Comunicación con Redes Externas



Fuente: NMS [CD-ROM]. Zaragoza: Teltronic, 2007. Requerimientos del Sistema

Cuando el usuario de la aplicación lanza una petición de comunicación hacia terminal TETRA identificándolo con su número de abonado, el sistema NEBULA asocia ese número con la dirección IP correspondiente y se inicia el proceso de autenticación mutuo entre el sistema y el terminal. Una vez verificada la identidad se da paso a la comunicación descrita en la figura 6, en donde se transmite la información vía Ethernet/IP hasta la Estación Base Repetidora (BSR) donde es cifrada y transmitida por aire hasta el o los terminales.

1.5 ARQUITECTURA DE SOFTWARE

Paul Clements en su obra “Software architecture: An executive overview” [24] define la arquitectura de software como una vista del sistema que incluye los componentes principales del mismo, la conducta de esos componentes según se la percibe desde el resto del sistema y las formas en que los componentes interactúan y se coordinan para alcanzar la misión del sistema. La vista arquitectónica es una vista abstracta, aportando el más alto nivel de comprensión y la supresión o diferimiento del detalle inherente a la mayor parte de las abstracciones.

La AS se refiere a la estructura a grandes rasgos del sistema, estructura consistente en componentes y relaciones entre ellos, constituye un puente entre el requerimiento y el código. La arquitectura de software define, de manera abstracta, los componentes que llevan a cabo alguna tarea de computación, sus interfaces y la comunicación entre ellos.

Cada paradigma de desarrollo exige diferente número y tipo de vistas o modelos para describir una arquitectura. No obstante, existen al menos tres vistas absolutamente fundamentales en cualquier arquitectura:

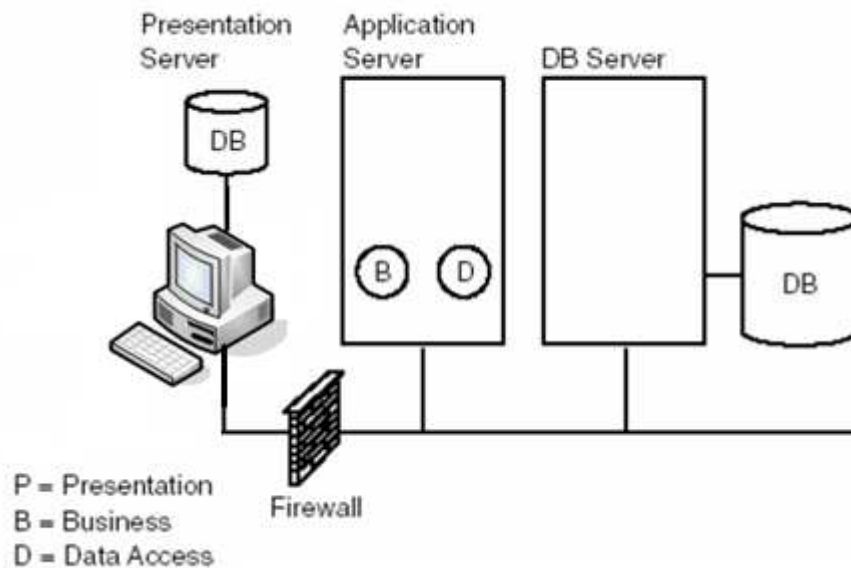
- La visión estática: describe qué componentes tiene la arquitectura.
- La visión funcional: describe qué hace cada componente.
- La visión dinámica: describe cómo se comportan los componentes a lo largo del tiempo y cómo interactúan entre sí.

Las arquitecturas más comunes son:

- Monolítica.
- Cliente-servidor.
- Arquitectura de tres niveles.
- Pipeline.
- Entre pares.
- Orientada a servicios.
- Máquinas virtuales.

1.5.1 Programación por capas (Niveles). Su objetivo principal es la separación de la lógica de negocios de la lógica de diseño, esto se logra separando la capa de datos de la capa de presentación al usuario.

Figura 7. Arquitectura de 3 niveles



Fuente: CLEMENTS Paul; NORTHROP L. Software architecture: An executive overview. Madrid: Prentice-Hall, 2005. p.49

- Capa de presentación: es la que ve el usuario, presenta el sistema al usuario, le comunica la información y captura la información del usuario dando un mínimo de proceso (realiza un filtrado previo para comprobar que no hay errores de formato). Esta capa se comunica únicamente con la capa de negocio.
- Capa de negocio: es donde residen los programas que se ejecutan, se reciben las peticiones del usuario y se envían las respuestas tras el proceso. Se denomina capa de negocio pues es aquí donde se establecen todas las reglas que deben cumplirse. Esta capa se comunica con la capa de presentación, para recibir las solicitudes y presentar los resultados, y con la capa de datos, para solicitar al gestor de base de datos para almacenar o recuperar datos de él.
- Capa de datos: es donde residen los datos y es la encargada de acceder a los datos. Está formada por uno o más gestores de bases de datos que realizan todo el almacenamiento de datos, reciben solicitudes de almacenamiento o recuperación de información desde la capa de negocio.

1.6 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE APLICACIONES UML

Lenguaje Unificado de Modelado UML es un lenguaje de modelado cuyo vocabulario y sintaxis están ideados para la representación conceptual y física de un sistema. Sus modelos son precisos, no ambiguos, completos y pueden ser trasladados directamente a una gran variedad de lenguajes de programación, como Java, C++ o Visual Basic, pero también a tablas de bases de datos relacionales y orientados a objetos. Es posible generar código a partir de un modelo UML (ingeniería directa) y también puede construirse un modelo a partir de la implementación (ingeniería inversa), aunque en las dos situaciones debe intervenir un mayor o menor grado de supervisión por parte del programador, en función de lo buenas que sean las herramientas empleadas.

Como todo lenguaje, UML incluye una gama de símbolos válidos (vocabulario) y las reglas para combinarlos apropiadamente; permite generar diferentes modelos para la representación de un sistema. Las reglas del UML indican básicamente cómo crear estos modelos, el momento y orden apropiados deberán ser establecidos por el método de desarrollo que se elija.

Una de las principales intenciones de los autores de UML era mantener el lenguaje simple, no obstante, fueron incorporadas características que se pueden considerar poderosas y avanzadas, proporcionando a los usuarios un lenguaje muy útil. Entre las características incluidas en UML se encuentran:

- Mecanismos de extensibilidad (estereotipos, valores etiquetados y restricciones).
- Hilos y procesos.
- Distribución y concurrencia.
- Patrones / colaboraciones.
- Diagramas de actividad (para el modelamiento de procesos del negocio).
- Refinamiento (para manejar relaciones entre niveles de abstracción).
- Interfaces y componentes.
- Lenguaje de restricciones.

2. COMPONENTES DE LA RED TETRA DE EMCALI

EMCALI ha realizado una gran inversión para adquirir de manos de la empresa española Teltronic una plataforma TETRA, incluyendo tanto la infraestructura para realizar la comunicación como terminales finales de usuario; éstos terminales incluyen radios móviles, para vehículos y de mesa.

Figura 8. Radios TETRA EMCALI



Tecnología Digital para la radiocomunicación profesional



Resistente y Ligero
El terminal portátil TETRA SRP2000 combina su pequeño tamaño y ligero peso con un gran rendimiento. Es así su consumo en un equipo ideal para trabajar en condiciones de máxima eficiencia, modo "sleep" y en otros estados. Además, su autonomía más las opciones incorporadas como su avanzado sistema de seguridad, incorporando la protección al usuario, las llamadas PPTT, la telefonía y servicios para transmisión de datos. El SRP2000 se ha diseñado para satisfacer las mayores exigencias del usuario: IPMA y la posibilidad de operar en un amplio rango de temperaturas.

Comunicaciones Especiales
El equipo SRP2000 incorpora las más avanzadas características TETRA:
- Inversión del Display
- Modo silencio a los servicios
- Tallas de pantalla totalmente configurables
- Llamada de Scanner
- Definición por el usuario de datos y lista para su utilización en vehículos.

Flexibilidad
El SRP2000 dispone de una completa gama de opciones que satisfacen las necesidades de cada usuario.
Batería recargable y de alta capacidad, diseño de protección que permite una larga vida útil y la adaptación al medio de la necesidad del usuario.
Además, el equipo dispone de una completa gama de accesorios para Seguridad de Datos y gestión de datos y lista para su utilización en vehículos.

Facilidad de utilización
El equipo SRP2000 incorpora las más avanzadas características TETRA:
- Inversión del Display
- Modo silencio a los servicios
- Tallas de pantalla totalmente configurables
- Llamada de Scanner
- Definición por el usuario de datos y lista para su utilización en vehículos.



tecnología digital para las comunicaciones profesionales



Diseño
Diseñado y fabricado por Teltronic, el terminal MDT-400 combina la robustez, la potencia y la versatilidad de un equipo móvil de alta tecnología y la flexibilidad de un equipo de escritorio. El MDT-400 incorpora las más avanzadas características TETRA:
- Inversión del Display
- Modo silencio a los servicios
- Tallas de pantalla totalmente configurables
- Llamada de Scanner
- Definición por el usuario de datos y lista para su utilización en vehículos.

Facilidad de uso
El MDT-400 incorpora las más avanzadas características TETRA:
- Inversión del Display
- Modo silencio a los servicios
- Tallas de pantalla totalmente configurables
- Llamada de Scanner
- Definición por el usuario de datos y lista para su utilización en vehículos.



tecnología digital para las comunicaciones profesionales



Diseño
Diseñado y fabricado por Teltronic, el terminal DT-410 combina la robustez, la potencia y la versatilidad de un equipo móvil de alta tecnología y la flexibilidad de un equipo de escritorio. El DT-410 incorpora las más avanzadas características TETRA:
- Inversión del Display
- Modo silencio a los servicios
- Tallas de pantalla totalmente configurables
- Llamada de Scanner
- Definición por el usuario de datos y lista para su utilización en vehículos.

Facilidad de uso
El DT-410 incorpora las más avanzadas características TETRA:
- Inversión del Display
- Modo silencio a los servicios
- Tallas de pantalla totalmente configurables
- Llamada de Scanner
- Definición por el usuario de datos y lista para su utilización en vehículos.

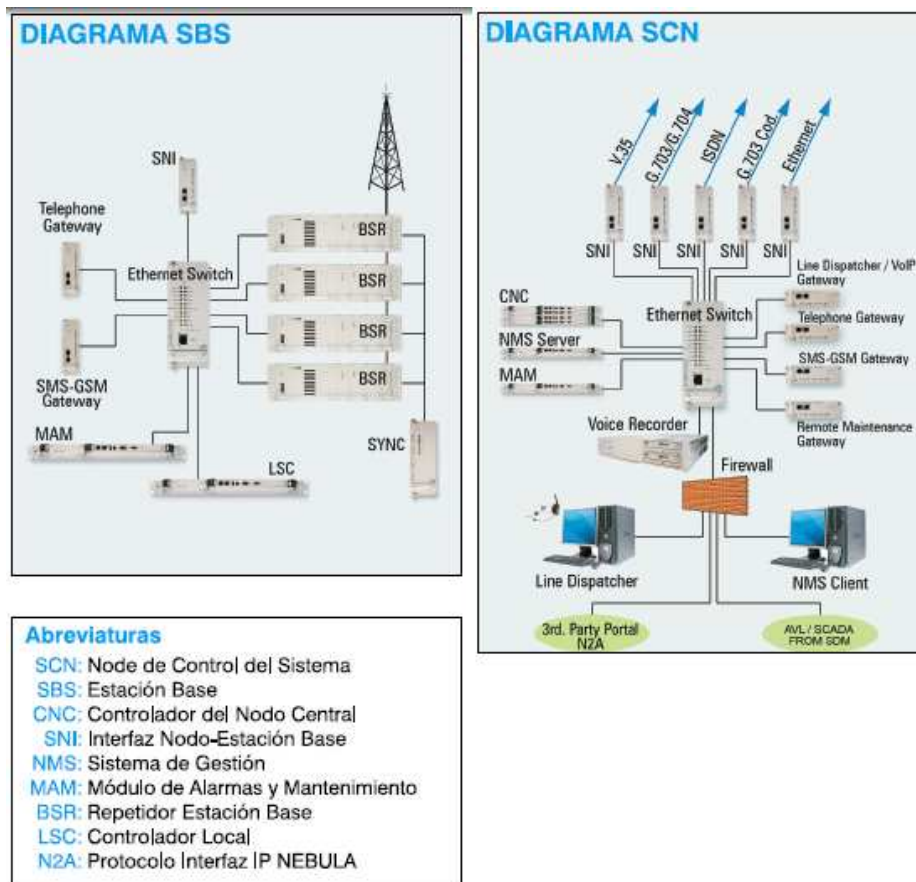
Fuente: Trunking MPT-1327 [en línea]. Zaragoza: Teltronic, 2007. [Consultado 06 de octubre de 2007]. Disponible en Internet: http://www.teltronic.es/soluciones.aspx?Area_ID=20&Nodl_Id=356

La infraestructura que permite la comunicación NEBULA está conformada por:

- 1 SCN (Nodo de Control del sistema)

Este SCN se encarga de todos los procesos que hacen factible la comunicación TETRA e incluye los Firewalls, Gateways, Controladores de Nodo, Servidores de Gestión y el módulo de alarmas y mantenimiento.

Figura 9. Componentes red TETRA EMCALI



Fuente: Trunking MPT-1327 [en línea]. Zaragoza: Teltronic, 2007. [Consultado 06 de octubre de 2007]. Disponible en Internet: http://www.teltronic.es/soluciones.aspx?Area_ID=20&Nodl_Id=356

- 7 SBS (Estación Base)

Ubicada cada una en una central de telecomunicaciones de EMCALI en la ciudad, se encarga de encriptar la información y transmitirla desde la SCN hasta las antenas ampliando la cobertura.

- BSR (Estación Base Repetidora) en cada SBS

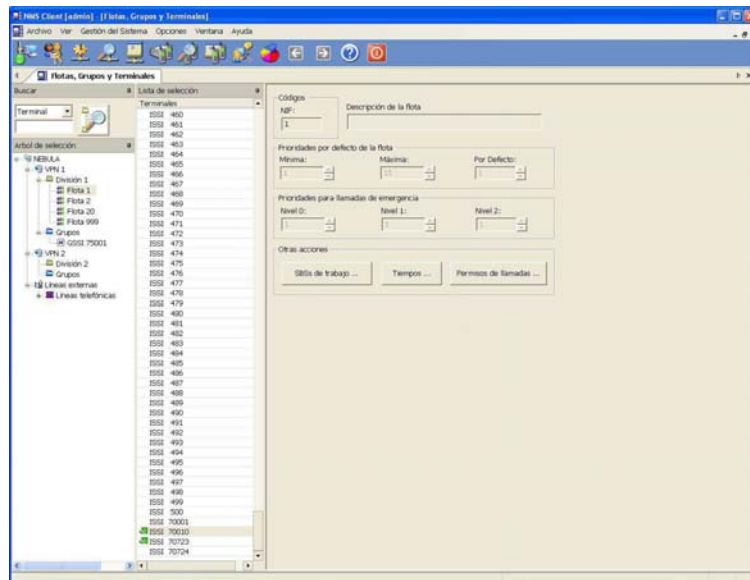
Son tarjetas ubicadas dentro de la SBS y son las encargadas de transmitir la comunicación vía aire entre el sistema y los terminales.

Figura 10. Estación Base Repetidora (BSR)



- 1 NMS (Sistema de Manejo de la Red)
Es el software mediante el cual EMCALI realiza toda la gestión de la red, esto incluye activar terminales, asignar grupos, fijar parámetros de configuración, activar/desactivar servicio, monitoreo, entre otros.

Figura 11. Sistema de Gestión (NMS)



Fuente: Trunking MPT-1327 [en línea]. Zaragoza: Teltronic, 2007. [Consultado 06 de octubre de 2007]. Disponible en Internet: http://www.teltronic.es/soluciones.aspx?Area_ID=20&Nodl_Id=356

3. DESCRIPCION GENERAL DE LA APLICACION

3.1 PERSPECTIVA DEL PRODUCTO

El software que se desarrollará con base en éstas especificaciones permitirá a los usuarios corporativos que adquieran el servicio TETRA hacer seguimiento a sus terminales, comunicarse con ellos desde un PC y realizar gestión sobre los mismos.

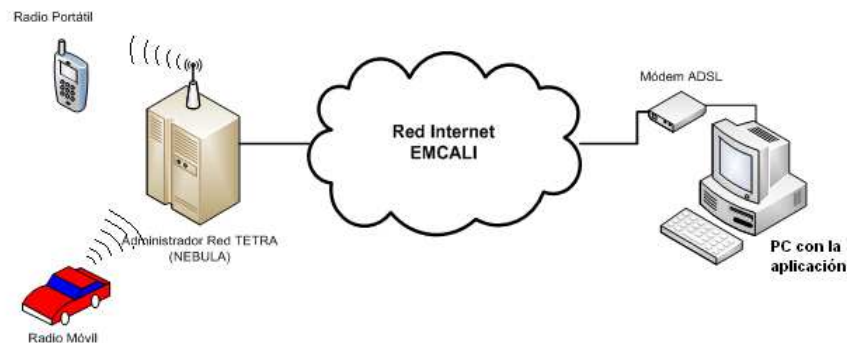
3.2 FUNCIONES DEL PRODUCTO

- Permitir comunicación de voz y datos entre computadores personales y radios TETRA.
- Permitir gestión básica (Activar, permitir llamadas, crear grupos) sobre los terminales TETRA.
- Llevar un registro histórico de las comunicaciones realizadas desde y hacia cada una de las terminales TETRA.

3.3 CARACTERÍSTICAS DEL USUARIO DE LA APLICACIÓN

El usuario de la aplicación que se desarrollará debe contar con una conexión a internet, ya sea banda ancha o internet conmutado, un computador con al menos 512 MB de memoria RAM, un procesador con velocidad superior a 750 MHz con sistema operativo Windows XP y dispositivos multimedia (tarjeta de sonido, parlantes y micrófono) y solo debe poseer conocimientos elementales sobre el uso del sistema operativo Windows XP.

Figura 12. Diagrama del Servicio



4. ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

4.1 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

- El software debe permitir la comunicación de voz modo fullduplex, semiduplex y datos entre un PC y un terminal TETRA.
- El software debe permitir realizar una autenticación del usuario para poder acceder a la comunicación.
- El software debe permitir, cuando se poseen los privilegios, gestionar (Agregar, eliminar, autorizar, monitorear) las flotas existentes.
- El software debe permitir la comunicación con un usuario individual o con todos los miembros de una flota de manera simultánea.
- El software debe permitir llevar un registro histórico de las llamadas realizadas desde y hacia los terminales TETRA.

4.2 REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES

- Los usuarios del software deben disponer una conexión a internet provista por su ISP.
- El software será desarrollado sobre plataforma JAVA, servidor Apache y software libre como MySQL.
- Capacidad de transmisión de datos de 7.8 Kbps.

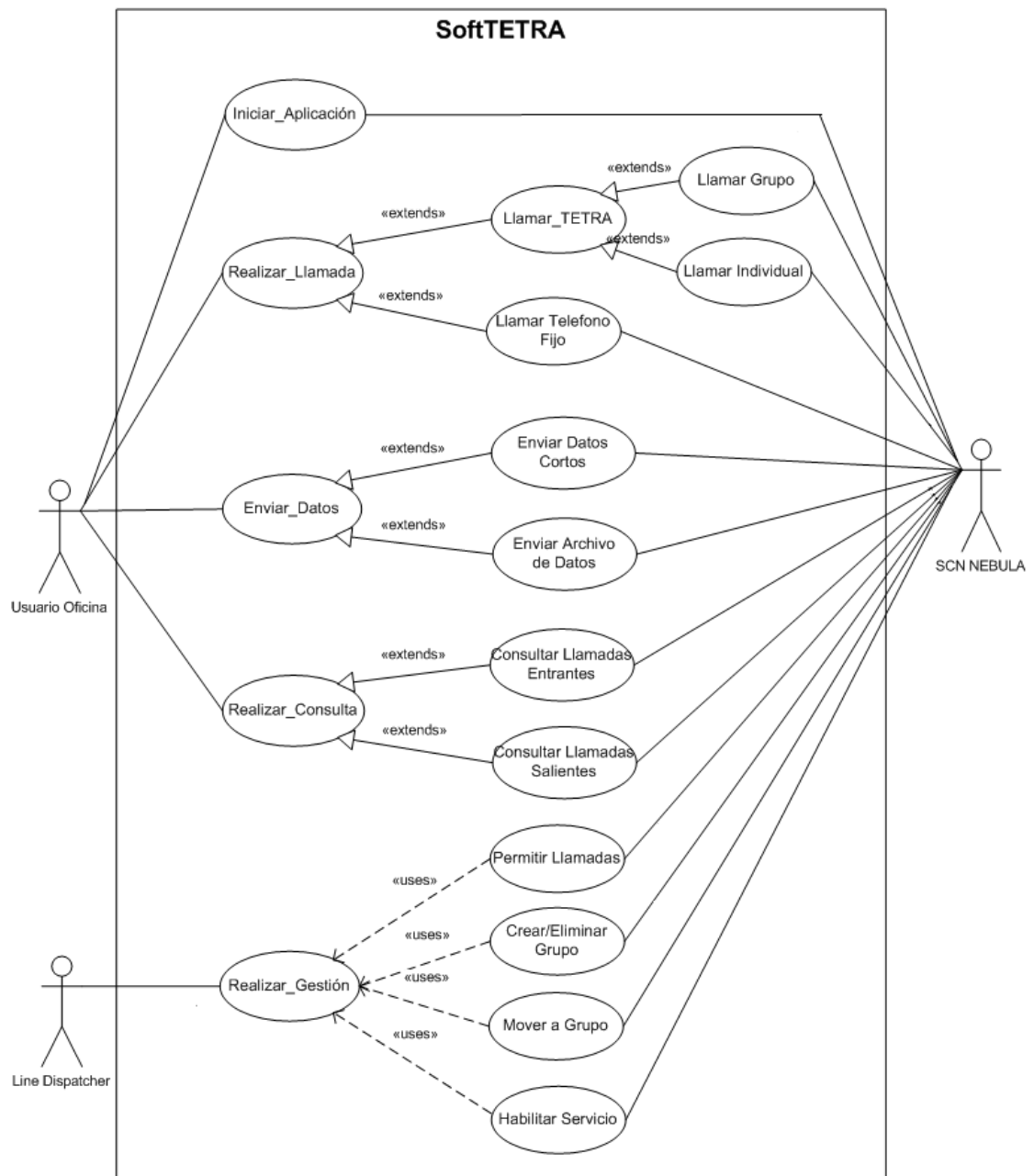
4.3 REQUERIMIENTOS DE DOMINIO

- El protocolo usado para la comunicación entre la red TETRA y los PC's es N2A, protocolo exclusivo de Teltronic.
- La comunicación se realizará entre un PC y la red TETRA a través los dispositivos multimedios del PC (Tarjeta de sonido, parlantes y micrófono).
- Mediante la interfaz gráfica se permitirá al usuario realizar gestión de su flota de terminales con servicios como activación y desactivación de los mismos, entre otros.

5. CASOS DE USO

5.1 DIAGRAMA DE CASOS DE USO

Figura 13. Diagrama de Casos de uso



5.2 LISTA DE CASOS DE USO

• Iniciar_Aplicación	CU_1
• Realizar_Llamada	CU_2
• Llamar_Teléfono_Fijo	CU_3
• Llamar_TETRA	CU_4
• Llamar_Grupo	CU_5
• Llamar_Individual	CU_6
• Enviar_Datos	CU_7
• Enviar_Datos_Cortos (SMS)	CU_8
• Enviar_Archivo_Datos	CU_9
• Realizar_Consulta	CU_10
• Consultar_Llamadas_Entrantes	CU_11
• Consultar_Llamadas_Salientes	CU_12
• Realizar_Gestión	CU_13
• Permitir_Llamadas	CU_14
• Crear/Eliminar_Grupo	CU_15
• Mover_A_Grupo	CU_16
• Habilitar_Servicio	CU_17

5.3 ACTORES

- Line Dispatcher: Persona encargada de manejar el software y configurar cada uno de los terminales tetra que estén registrados para comunicarse con estos.
- Usuario Oficina: Todas las personas que se pueden comunicar con un terminal Tetra desde un PC pero no tiene acceso a la configuración.
- SCN NEBULA: Nodo de Control del sistema. Se encarga de todos los procesos que hacen factible la comunicación TETRA.

5.4 DETALLES DE CASOS DE USO

5.4.1 Descripción Casos de Uso

➤ Nombre:	Iniciar_Aplicación
Identificación:	CU_1
Actor Participante:	Usuario oficina, Line Dispatcher, SCN NEBULA.

❖ **Precondiciones:**

El usuario oficina o el line dispatcher deben conocer el nombre de usuario y la contraseña.

El computador donde está la aplicación debe estar conectado a internet.

❖ **Flujo de eventos**

- El usuario oficina o el line dispatcher ejecuta la aplicación.
- El sistema despliega la pantalla de presentación y solicita el nombre de usuario y la contraseña.
- El usuario oficina o el line dispatcher ingresa el nombre de usuario y la contraseña.
- El sistema compara los datos introducidos con su archivo de claves.
- El sistema establece comunicación con el SCN NEBULA.
- La aplicación despliega el menú principal.
- La aplicación accede a la base de datos de NEBULA y consulta los terminales activos.

❖ **Caminos alternos**

- Si el usuario oficina o el line dispatcher ingresan un nombre o contraseña no valida, el sistema muestra un mensaje de error en pantalla y solicita nuevamente su ingreso.

➤ Nombre:	Realizar_Llamada
Identificación:	CU_2
Actor Participante:	Usuario oficina.

❖ **Precondiciones:**

El equipo del usuario oficina debe estar conectado a internet.

El usuario oficina debe de estar registrado.

❖ **Flujo de eventos**

- El usuario oficina selecciona la opción realizar llamada del menú principal.
 - El sistema solicita al usuario oficina que seleccione el tipo de llamada a fijo o terminal tetra.
 - El usuario oficina selecciona el tipo de llamada a realizar:
- Llamar a fijo, pasar a CU_3
 - Llamar a TETRA, pasar a CU_4

❖ Caminos alternos

- Si el usuario oficina desea cancelar la acción puede regresar al menú principal.

➤ **extends:** Llamar teléfono fijo.
Identificación: CU_3
Actor Participante: Usuario oficina, SCN NEBULA.

❖ Precondiciones:

El usuario oficina debe escoger la opción llamar a teléfono fijo en CU_2.

El usuario oficina debe conocer el número del teléfono fijo.

❖ Flujo de eventos

- El sistema solicita el número del teléfono fijo.
- El usuario oficina digita el número del teléfono fijo.
- El usuario oficina inicia la llamada.
- El sistema establece la comunicación entre el usuario oficina y el SCN NEBULA.
- EL usuario oficina finaliza la llamada.

❖ Caminos alternos

- Si el usuario oficina ingresa un número de teléfono fijo no valido, el sistema muestra un mensaje en pantalla y solicita nuevamente su ingreso.
- Si el sistema no puede establecer la comunicación, se realizan tres intentos de forma automática y si no se consigue establecer la comunicación se cancela la operación.

➤ **extends:** Llamar TETRA.
Identificación: CU_4
Actor Participante: Usuario oficina, Usuario terminal.

❖ Precondiciones:

El usuario oficina debe haber escogido la opción llamar a TETRA en CU_2.

El terminal tetra debe tener el servicio habilitado.

❖ Flujo de eventos

- El sistema solicita al usuario oficina que seleccione si la llamada es individual o de grupo.
- El usuario escoge el tipo de llamada a realizar:
 - Llamada a grupo, pasar a CU_5
 - Llamada individual, pasar a CU_6

❖ Caminos alternos

- Si el usuario oficina desea cancelar la acción puede regresar al menú principal.

➤ **extends:** Lllamar_Grupo
Identificación: CU_5
Actor Participante: Usuario oficina, Usuario terminal, SCN NEBULA

❖ Precondiciones:

El usuario oficina debe haber escogido la opción llamar a grupo en CU_4.
 Los terminales tetra deben tener el servicio habilitado.
 Los terminales tetra deben estar habilitados para recibir llamadas.

❖ Flujo de eventos

- El sistema despliega las flotas de terminales tetra activas.
- El usuario oficina escoge la flota tetra con quien desea hablar.
- El usuario oficina inicia la llamada.
- El sistema establece la comunicación entre el usuario oficina y el SCN NEBULA.
- EL usuario oficina finaliza la llamada.

❖ Caminos alternos

- Si el sistema no puede establecer la comunicación, se realizan tres intentos de forma automática y si no se consigue establecer la comunicación se cancela la operación.

➤ **extends:** Lllamar Individual
Identificación: CU_6
Actor Participante: Usuario oficina, Usuario terminal, SCN NEBULA.

❖ **Precondiciones**

El usuario oficina debe haber escogido la opción llamar individual en CU_4.

El terminal tetra debe tener el servicio habilitado.

El terminal tetra debe estar habilitado para recibir llamadas.

El usuario oficina debe conocer el número del terminal TETRA.

❖ **Flujo de eventos**

- El sistema muestra los terminales activos.
- El usuario oficina digita el número del terminal tetra o lo escoge de la lista de terminales activos.
- El usuario oficina inicia la llamada.
- El sistema establece la comunicación entre el usuario oficina y el SCN NEBULA.
- EL usuario oficina finaliza la llamada.

❖ **Caminos alternos**

- Si el usuario oficina ingresa un número de terminal tetra no valido, el sistema muestra un mensaje en pantalla y solicita nuevamente su ingreso.
- Si el sistema no puede establecer la comunicación, se realizan tres intentos de forma automática y si no se consigue establecer la comunicación se cancela la operación.

➤ Nombre:	Enviar_Datos
Identificación:	CU_7
Actor Participante:	Usuario oficina, Usuario terminal.

❖ **Precondiciones**

El equipo del usuario oficina debe estar conectado a internet.

El usuario oficina debe de estar registrado.

❖ **Flujo de eventos**

- El usuario oficina selecciona la opción comunicación de datos del menú principal.
- El sistema solicita al usuario oficina que seleccione el tipo de mensajes cortos o enviar archivo de datos.
- El usuario oficina elige la opción deseada:
 - Enviar datos cortos (SMS), pasar a CU_8
 - Enviar archivo de datos, pasar a CU_9

❖ Caminos alternos

- Si el usuario oficina desea cancelar la acción puede regresar al menú principal.

➤ **extends:** Enviar Datos Cortos (SMS)
Identificación: CU_8
Actor Participante: Usuario oficina, Usuario terminal, SCN NEBULA.

❖ Precondiciones

El usuario oficina debe escoger la opción enviar datos cortos en CU_7.

El terminal tetra debe tener el servicio habilitado.

El terminal tetra debe estar habilitado para recibir datos.

El usuario oficina debe conocer el número del terminal TETRA.

❖ Flujo de eventos

- El sistema solicita al usuario oficina que seleccione el tipo de terminal de mesa ó móvil.
- El usuario oficina selecciona el tipo de terminal.
- El sistema solicita el número del terminal.
- El usuario oficina digita el número del terminal tetra o escoge el grupo a quien desea enviar el mensaje.
- El usuario oficina escribe el mensaje en la ventana correspondiente de la aplicación.
- El usuario oficina inicia el envío del mensaje.
- El sistema envía los datos vía IP hacia el SCN NEBULA.
- El sistema muestra una confirmación de envío del mensaje.

❖ Caminos alternos

- Si el usuario oficina ingresa un número de terminal tetra no valido, el sistema muestra un mensaje en pantalla y solicita nuevamente su ingreso.
- Si el sistema no puede establecer la comunicación de manera inmediata, el mensaje se guarda en el servidor de datos y reintenta enviarlo después.

➤ **extends:** Enviar Archivo de Datos
Identificación: CU_9
Actor Participante: Usuario oficina, Usuario terminal, SCN NEBULA

❖ **Precondiciones**

El usuario oficina debe escoger la opción enviar archivo de datos en CU_7.

El terminal tetra debe tener el servicio habilitado.

El terminal tetra debe estar habilitado para recibir datos.

El usuario oficina debe conocer el número del terminal TETRA.

❖ **Flujo de eventos**

- El usuario oficina selecciona el tipo de terminal.
- El sistema solicita el número del terminal.
- El usuario oficina digita el número del terminal tetra o escoge el grupo a quien desea enviar el archivo.
- El usuario oficina escoge el archivo que desea enviar.
- El usuario oficina inicia el envío del mensaje.
- El sistema envía el archivo vía IP hacia el SCN NEBULA.

❖ **Caminos alternos**

- Si el usuario oficina ingresa un número de terminal tetra no válido, el sistema muestra un mensaje en pantalla y solicita nuevamente su ingreso.
- Si el sistema no puede enviar el archivo, se muestra un mensaje de falla.

❖ **Poscondiciones**

En el terminal Tetra no se pueden visualizar los archivos enviados por lo que es necesario descargarlos a un PC o una PDA.

➤ Nombre:	Realizar_Consulta
Identificación:	CU_10
Actor Participante:	Usuario oficina.

❖ **Precondiciones**

El equipo del usuario oficina debe estar conectado a internet.

El usuario oficina debe de estar registrado.

El usuario oficina debe conocer el número del terminal TETRA.

❖ **Flujo de eventos**

- El usuario oficina selecciona la opción Realizar consulta del menú principal.
- El sistema muestra todos los terminales y sus respectivos grupos.
- El usuario oficina selecciona el terminal a consultar.
- El sistema ofrece las opciones de consultar llamadas entrantes o salientes.
- El usuario oficina elige la opción deseada.

- Consultar llamadas entrantes, pasar a CU_11
- Consultar llamadas salientes, pasar a CU_12

❖ **Caminos Alternos**

- Si el usuario oficina desea cancelar la acción puede regresar al menú principal.

➤ **extends:** Consultar llamadas entrantes
Identificación: CU_11
Actor Participante: Usuario oficina, SCN NEBULA.

❖ **Precondiciones**

El usuario oficina debe haber escogido consultar llamadas entrantes en CU_10.
 El usuario oficina debe conocer el número del terminal TETRA.

❖ **Flujo de eventos**

- El sistema se comunica con el SCN NEBULA y consulta la base de datos.
- El sistema despliega en pantalla el registro histórico de las llamadas entrantes para ese terminal.

❖ **Caminos Alternos**

No existen caminos alternos.

❖ **Poscondiciones**

El histórico se despliega en un archivo de texto plano que puede ser almacenado e impreso.

➤ **extends:** Consultar llamadas salientes
Identificación: CU_12
Actor Participante: Usuario oficina, SCN NEBULA.

❖ **Precondiciones**

El usuario oficina debe haber escogido la opción consultar llamadas salientes en CU_10.
 El usuario oficina debe conocer el número del terminal TETRA.

❖ **Flujo de eventos**

- El sistema se comunica con el SCN NEBULA y consulta la base de datos.

- El sistema despliega en pantalla el registro histórico de las llamadas salientes para ese terminal.

❖ **Caminos Alternos**

No existen caminos alternos.

❖ **Poscondiciones**

El histórico se despliega en un archivo de texto plano que puede ser almacenado e impreso.

➤ **Nombre:** Realizar_Gestión
Identificación: CU_13
Actor Participante: Line Dispatcher.

❖ **Precondiciones**

El equipo del line dispatcher debe estar conectado a internet.

El line dispatcher debe de estar registrado.

Los terminales tetra deben estas registrados en el sistema.

El line dispatcher debe conocer el número del terminal a gestionar.

❖ **Flujo de eventos**

- El line dispatcher selecciona la opción realizar gestión del menú principal.
- El sistema muestra todos los terminales y sus respectivos grupos.
- El line dispatcher selecciona el terminal a gestionar.
- El sistema despliega las opciones para la gestión de terminales.
- El usuario oficina elige la opción deseada.

- Permitir Llamadas, pasar a CU_14
- Crear/Eliminar grupo, pasar a CU_15
- Mover a grupo, pasar a CU_16
- Habilitar servicio, pasar a CU_17

❖ **Caminos Alternos**

- Si el usuario oficina desea cancelar la acción puede regresar al menú principal.

➤ **uses:** Permitir llamadas
Identificación: CU_14
Actor Participante: Line Dispatcher, SCN NEBULA.

❖ **Precondiciones**

El line dispatcher debe haber escogido permitir llamadas en CU_13.

❖ **Flujo de eventos**

- El line dispatcher selecciona la opción permitir llamadas a teléfono fijo y/o terminal tetra.
- El line dispatcher graba los cambios.
- Los cambios son enviados al SCN NEBULA.

❖ **Caminos Alternos**

No existen caminos alternos.

❖ **Poscondiciones**

Queda almacenado el cambio de configuración en el terminal Tetra y en el registro histórico de actividades.

➤ uses:	Crear/Eliminar Grupo
Identificación:	CU_15
Actor Participante:	Line Dispatcher, SCN NEBULA.

❖ **Precondiciones**

El line dispatcher debe haber escogido crear/eliminar grupo en CU_13.

❖ **Flujo de eventos**

- El sistema solicita el nombre para el nuevo grupo a crear.
- El sistema solicita confirmación de eliminación del grupo escogido.
- El line dispatcher graba los cambios.
- Los cambios son enviados al SCN NEBULA.

❖ **Caminos Alternos**

No existen caminos alternos.

❖ **Poscondiciones**

Queda almacenado el cambio de configuración en el sistema.

➤ uses:	Mover a grupo
Identificación:	CU_16
Actor Participante:	Line Dispatcher, SCN NEBULA.

❖ **Precondiciones**

El line dispatcher debe haber escogido mover a grupo en CU_13.

❖ **Flujo de eventos**

- El line dispatcher selecciona a qué grupo mover el terminal.
- El line dispatcher graba los cambios.
- Los cambios son enviados al SCN NEBULA.

❖ **Caminos Alternos**

No existen caminos alternos.

❖ **Poscondiciones**

Quedan almacenados los cambios en la configuración en el registro del sistema.

➤ uses:	Habilitar servicio.
Identificación:	CU_17
Actor Participante:	Line Dispatcher, SCN NEBULA.

❖ **Precondiciones:**

El line dispatcher debe haber escogido habilitar servicio en CU_13.

❖ **Flujo de eventos**

- El sistema muestra el terminal como habilitado.
- El line dispatcher selecciona la opción deshabilitar servicio.
- El line dispatcher graba los cambios.
- Los cambios son enviados al SCN NEBULA.

❖ **Caminos Alternos**

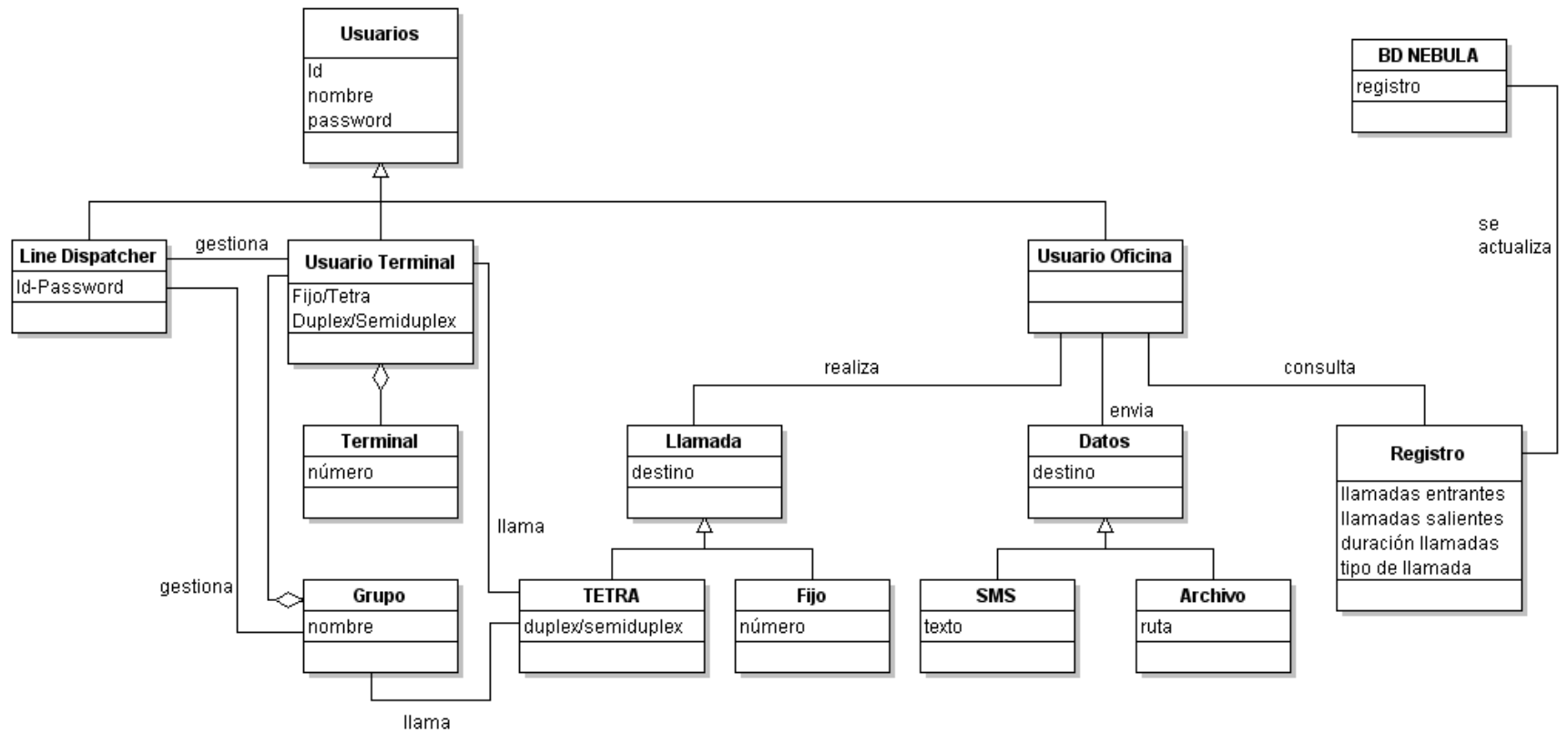
No existen caminos alternos.

❖ **Poscondiciones**

Queda almacenado en el registro la configuración del terminal.

6. MODELO DE DOMINIO

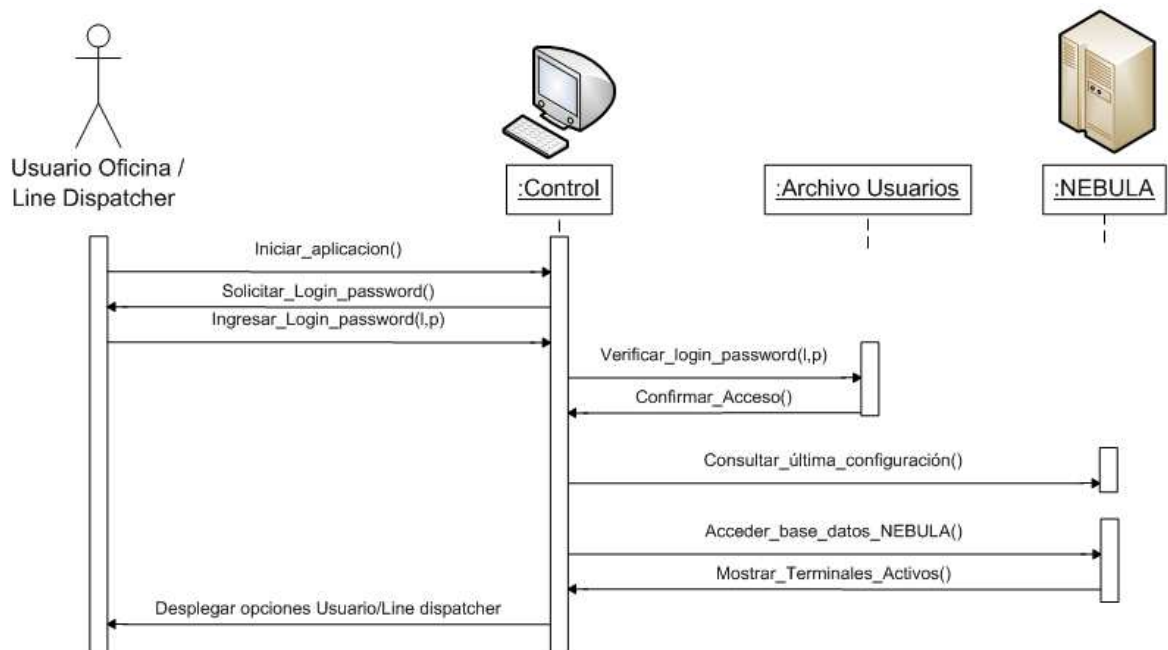
Figura 14. Modelo de Dominio



7. DIAGRAMAS DE SECUENCIA PARA DESCRIPCION DE LOS CASOS DE USO

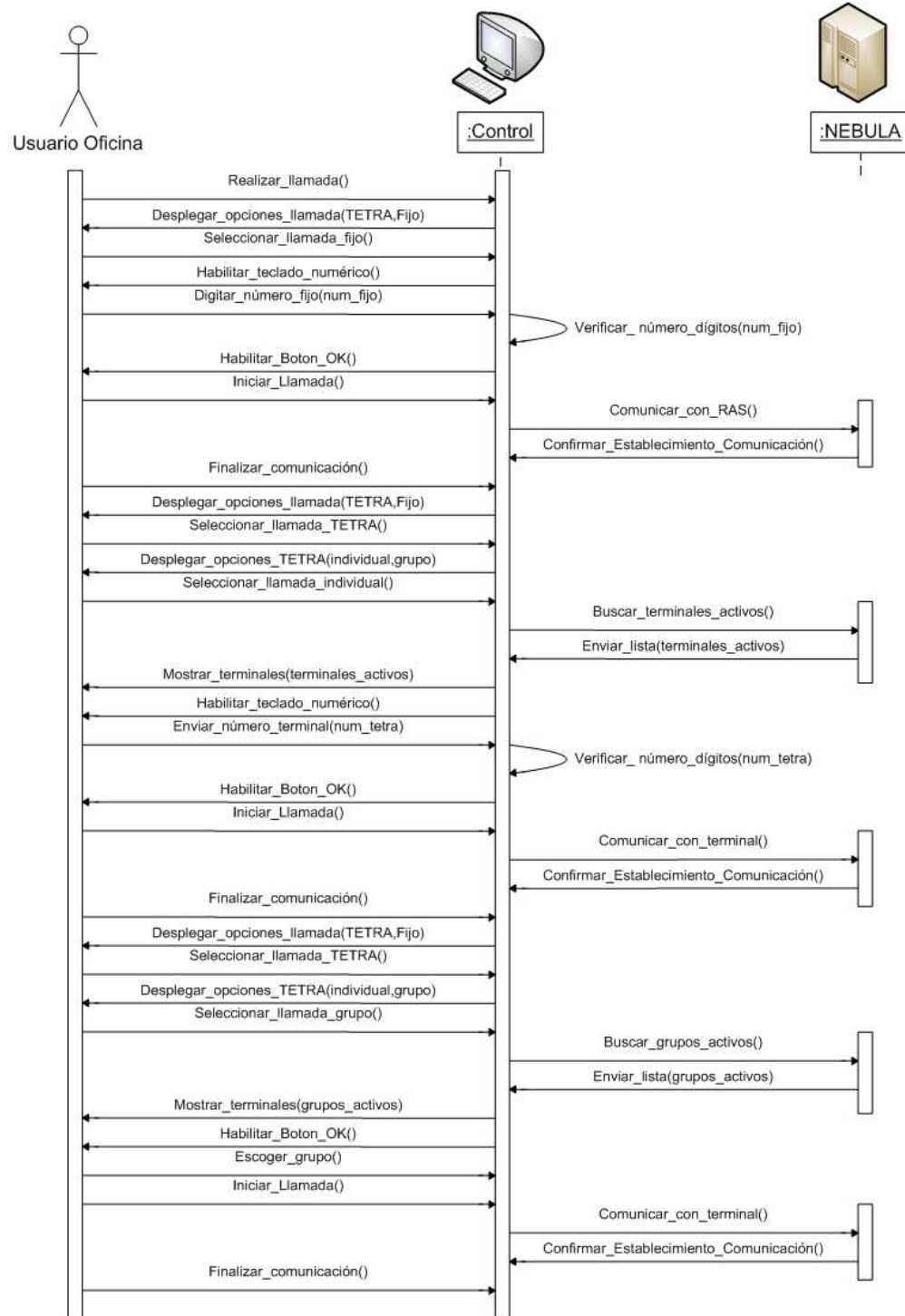
7.1 INICIAR APLICACIÓN

Figura 15. Diagrama Inicio de la Aplicación



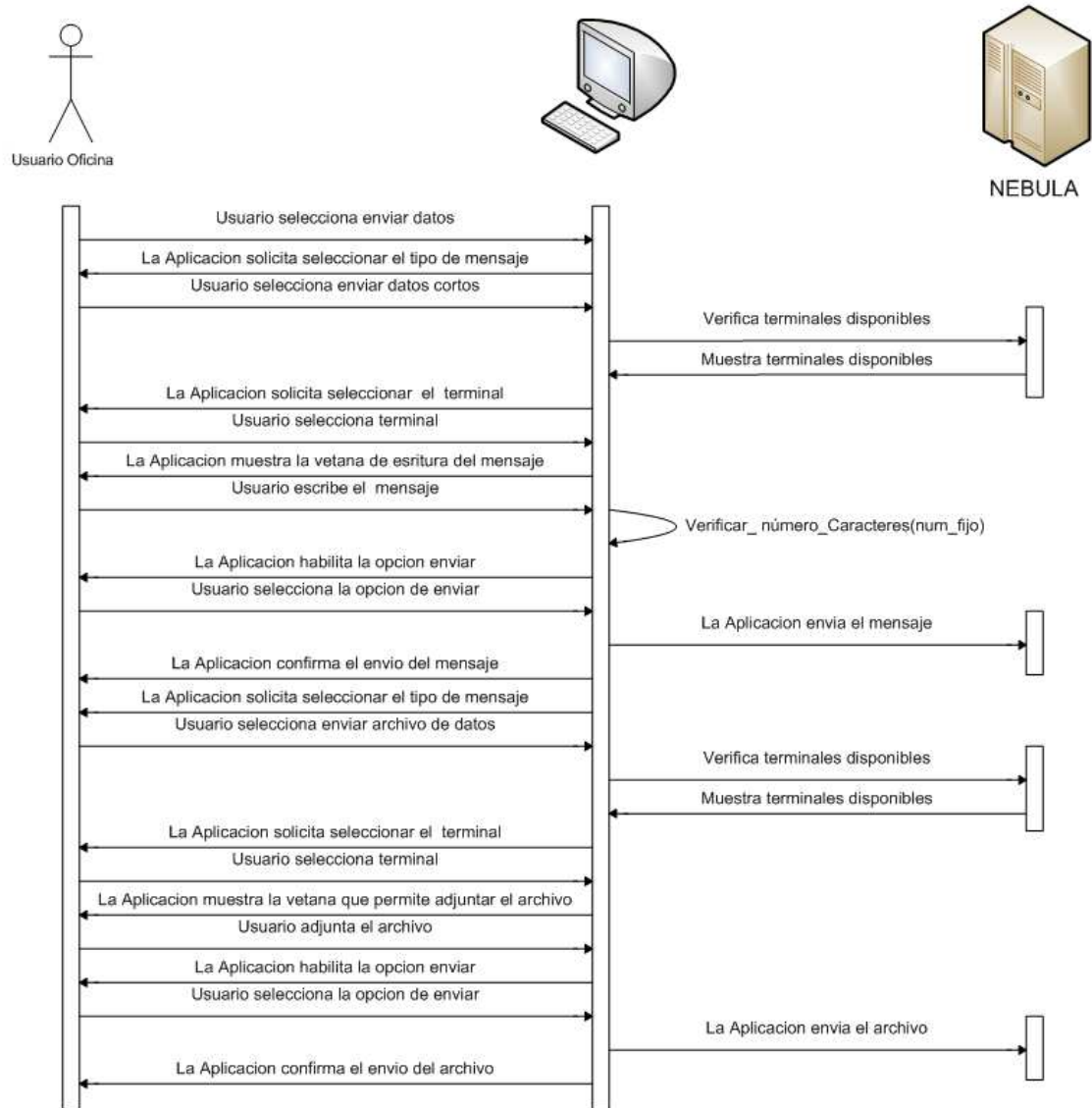
7.2 REALIZAR LLAMADA

Figura 16. Diagrama Realizar Llamada



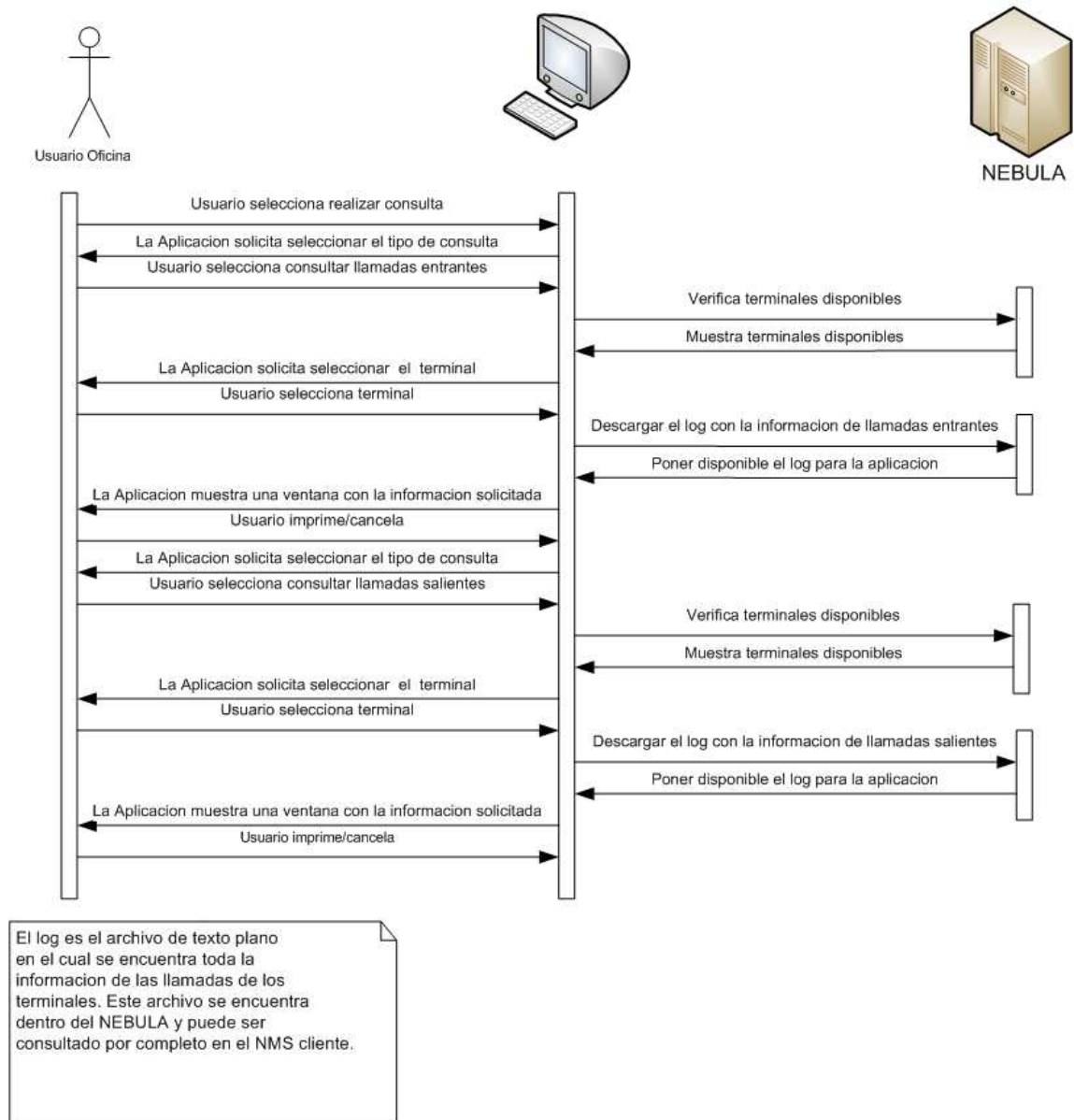
7.3 ENVIAR DATOS

Figura 17. Diagrama Envío de datos



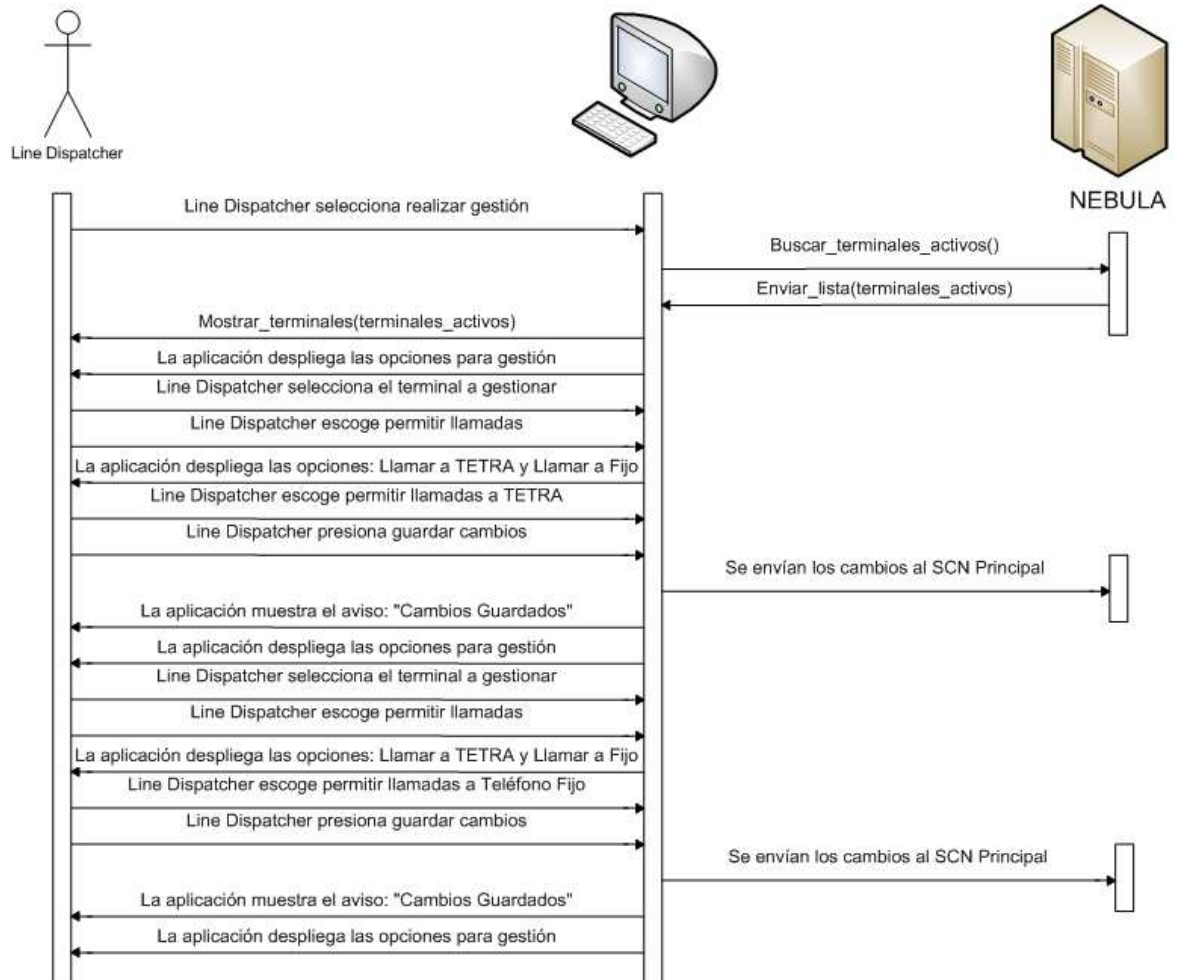
7.4 REALIZAR CONSULTA

Figura 18. Diagrama Realizar Consulta



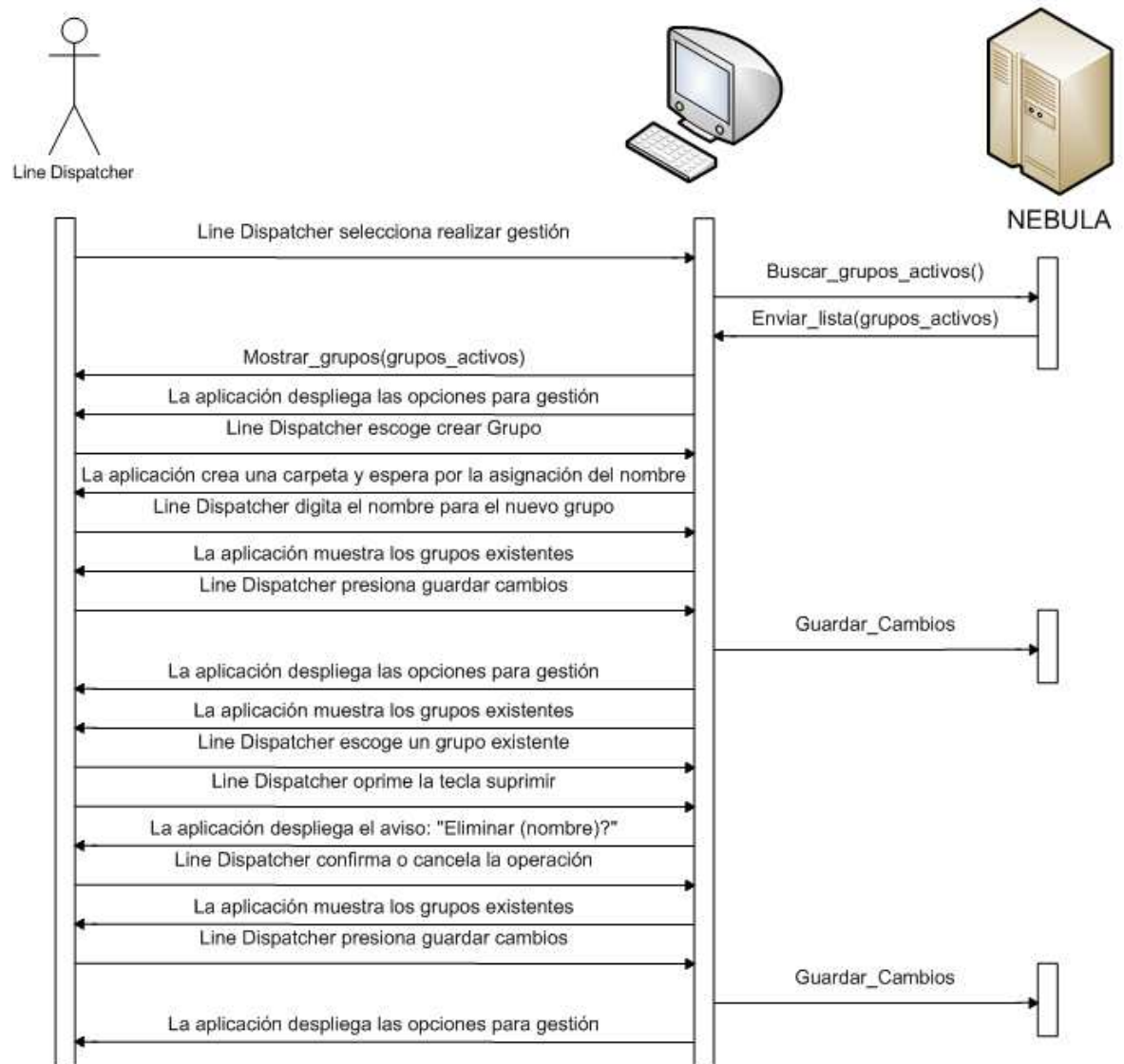
7.5 PERMITIR LLAMADA

Figura 19. Diagrama Permiso Llamadas



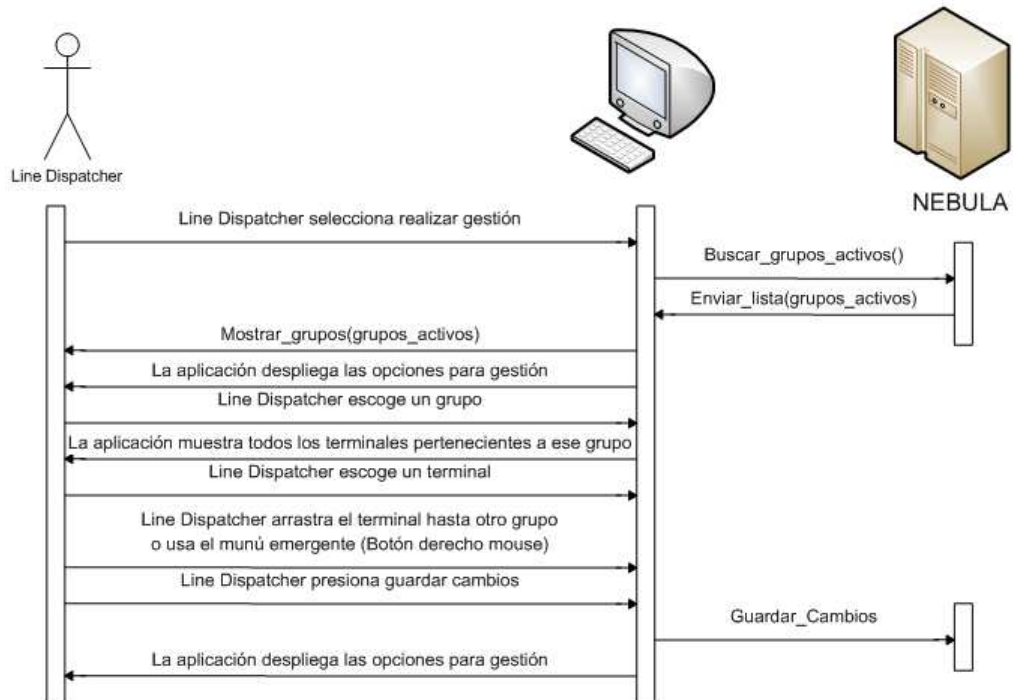
7.6 CREAR/ELIMINAR GRUPO

Figura 20. Diagrama Creación de grupos



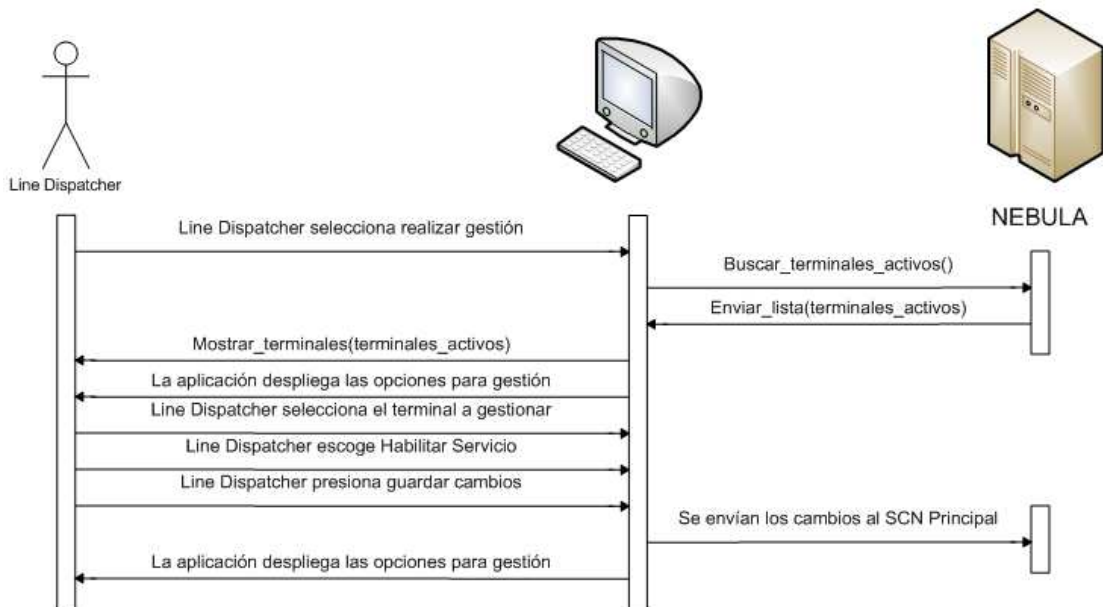
7.7 MOVER A GRUPO

Figura 21. Diagrama Gestión de Grupos



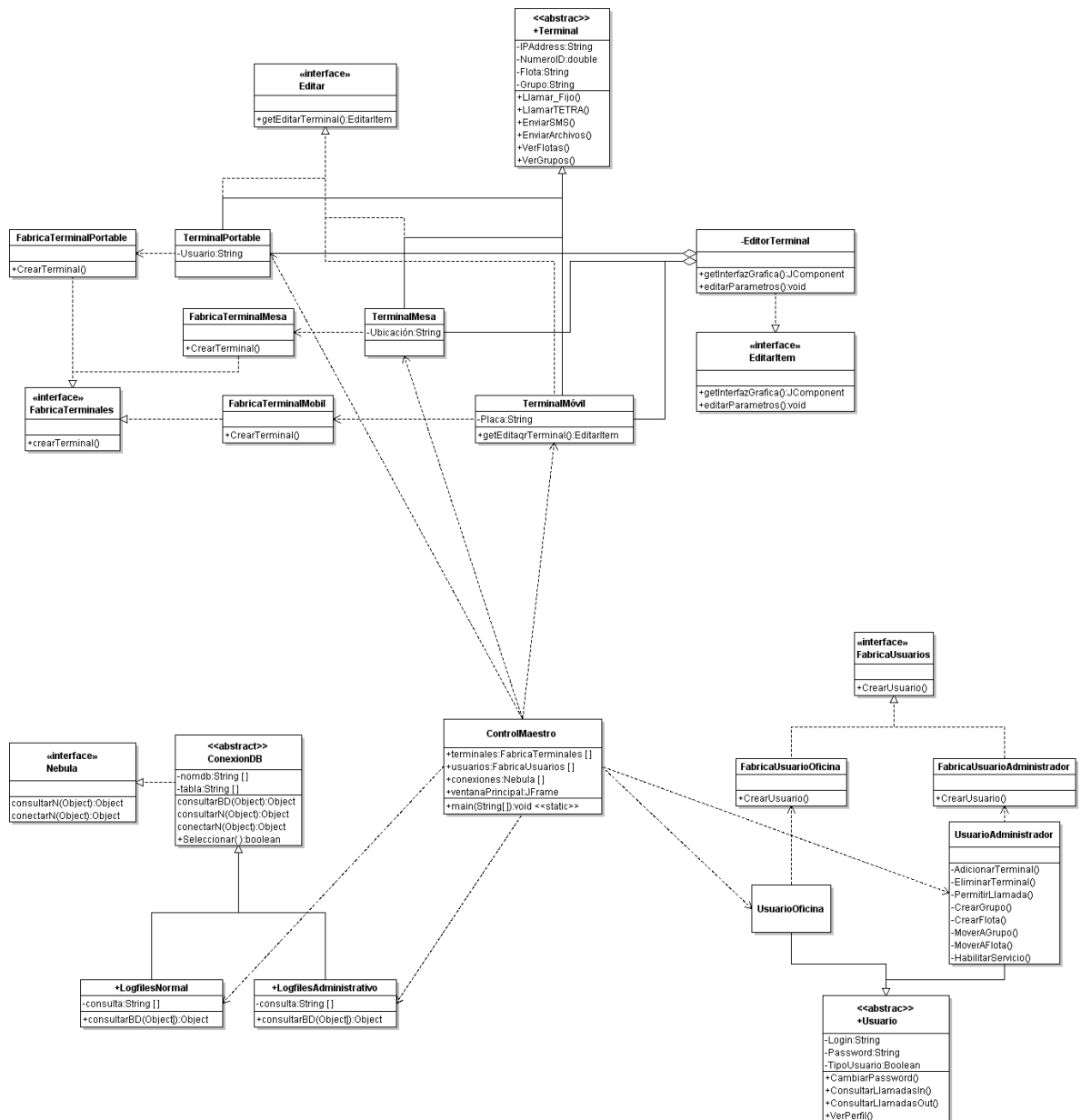
7.8 HABILITAR SERVICIO

Figura 22. Diagrama Habilidadación del Servicio



8. DIAGRAMAS DE CLASES

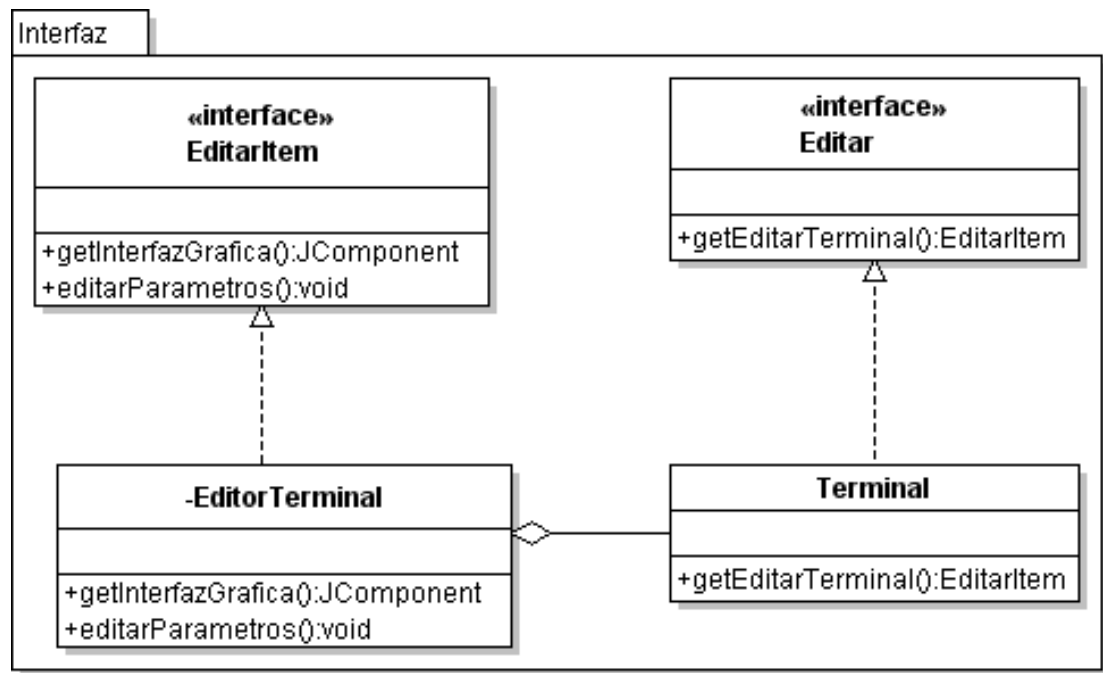
Figura 23. Diagrama de Clases



8.1 PAQUETE INTERFAZ

El patrón de diseño Factory Method consiste en utilizar una clase constructora abstracta con unos cuantos métodos definidos y otro(s) abstracto(s): el dedicado a la construcción de objetos de un subtipo de un tipo determinado. Es una simplificación del Abstract Factory, en la que la clase abstracta tiene métodos concretos que usan algunos de los abstractos; según usemos una u otra hija de esta clase abstracta, tendremos uno u otro comportamiento.

Figura 24. Patrón Factory Method – Interfaz



8.2 PAQUETE CONTROL

El control se ha dividido en dos paquetes: Uno para manejar el perfil de usuarios usando el patrón Abstract Factory y otro para manejar las operaciones sobre los terminales con el patrón Factory Method.

El patrón Abstract Factory ofrece una interfaz para la creación de familias de productos relacionados o dependientes sin especificar las clases concretas a las que pertenecen.

La estructura típica de éste patrón es: 1. La definición de interfaces para la familia de productos genéricos (ej: ventana, menú, botón...) 2. Implementación de las interfaces de los productos para cada una de las distintas familias concretas.

Figura 25. Patrón Factory Method – Interfaz

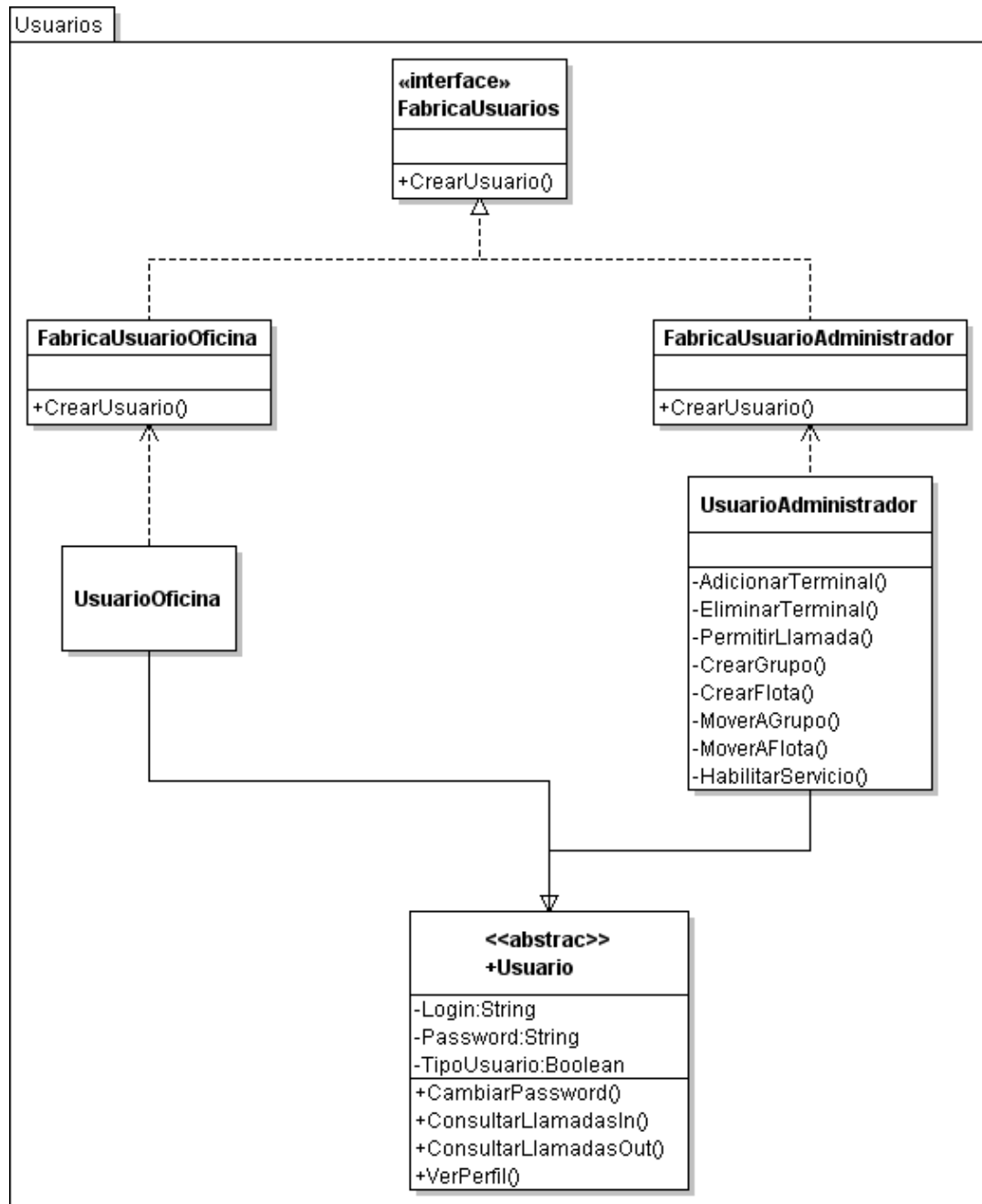
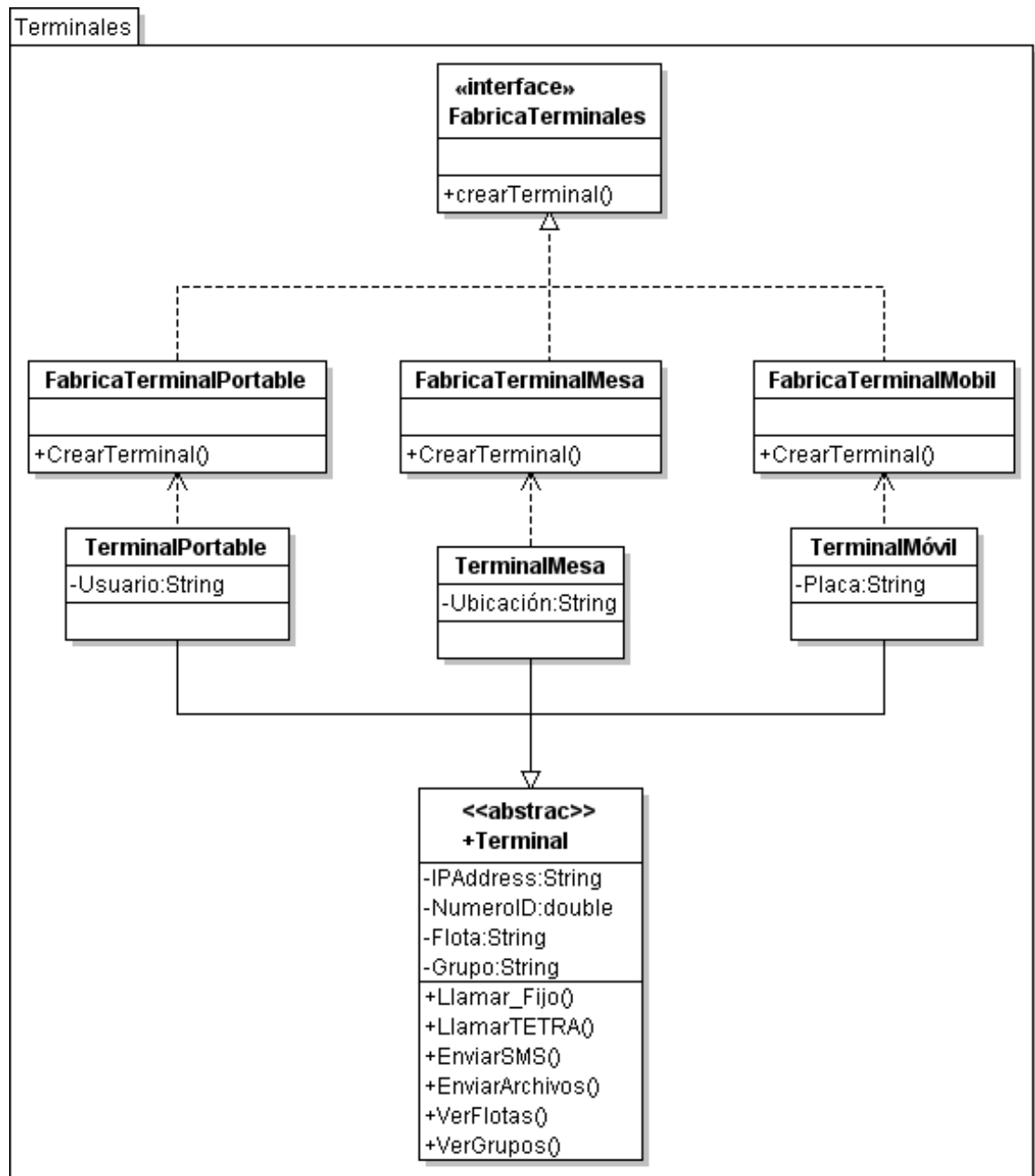


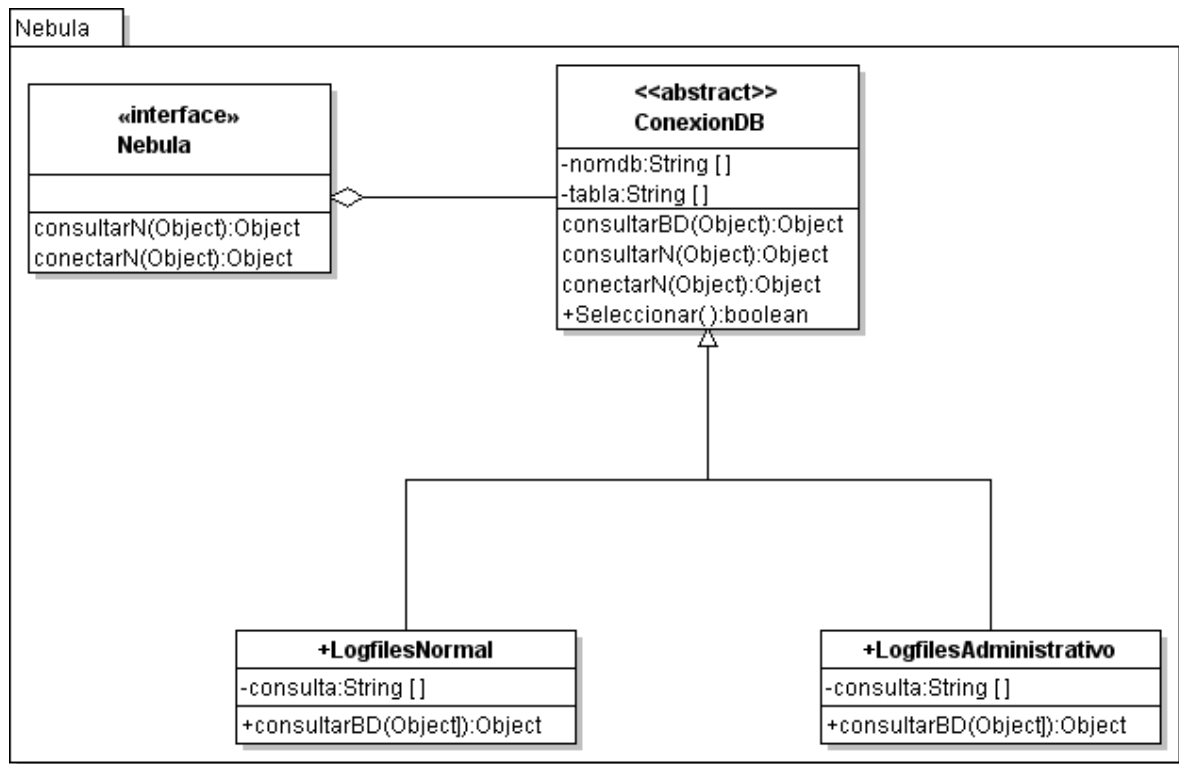
Figura 26. Patrón Factory Method – Terminales



8.3 PAQUETE ENTIDAD

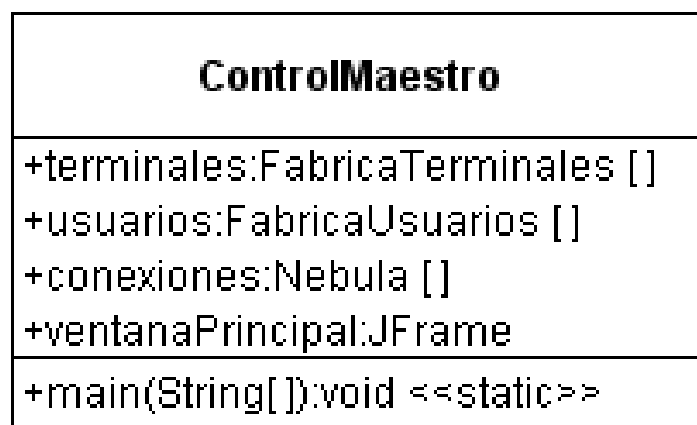
El patrón Bridge es una técnica usada en programación para desacoplar una abstracción de su implementación, de manera que ambas puedan ser modificadas independientemente sin necesidad de alterar por ello la otra.

Figura 27. Patrón Bridge – NEBULA



8.4 CONTROL MAESTRO

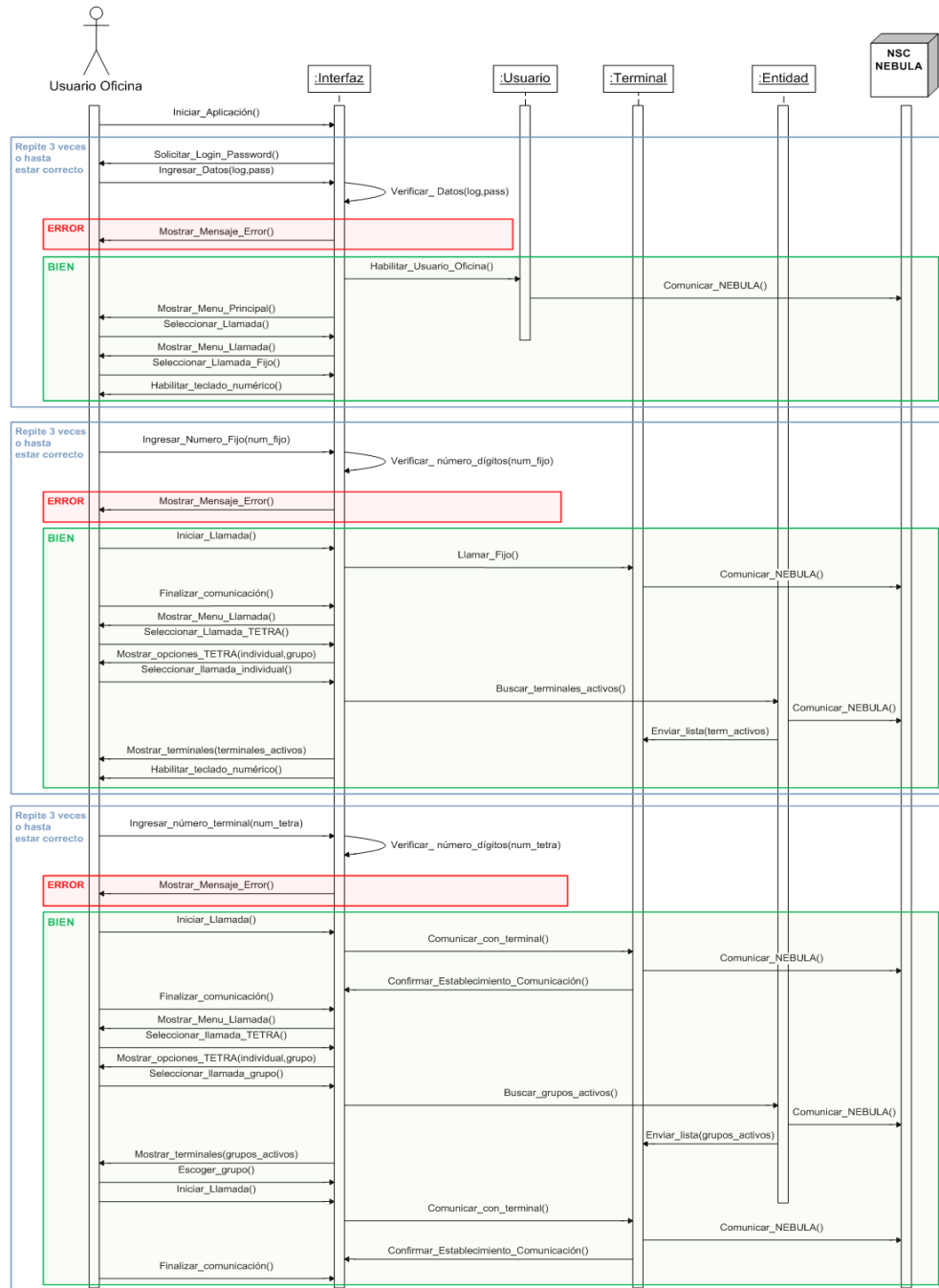
Figura 28. Clase Control Maestro



9. DIAGRAMAS DE SECUENCIA

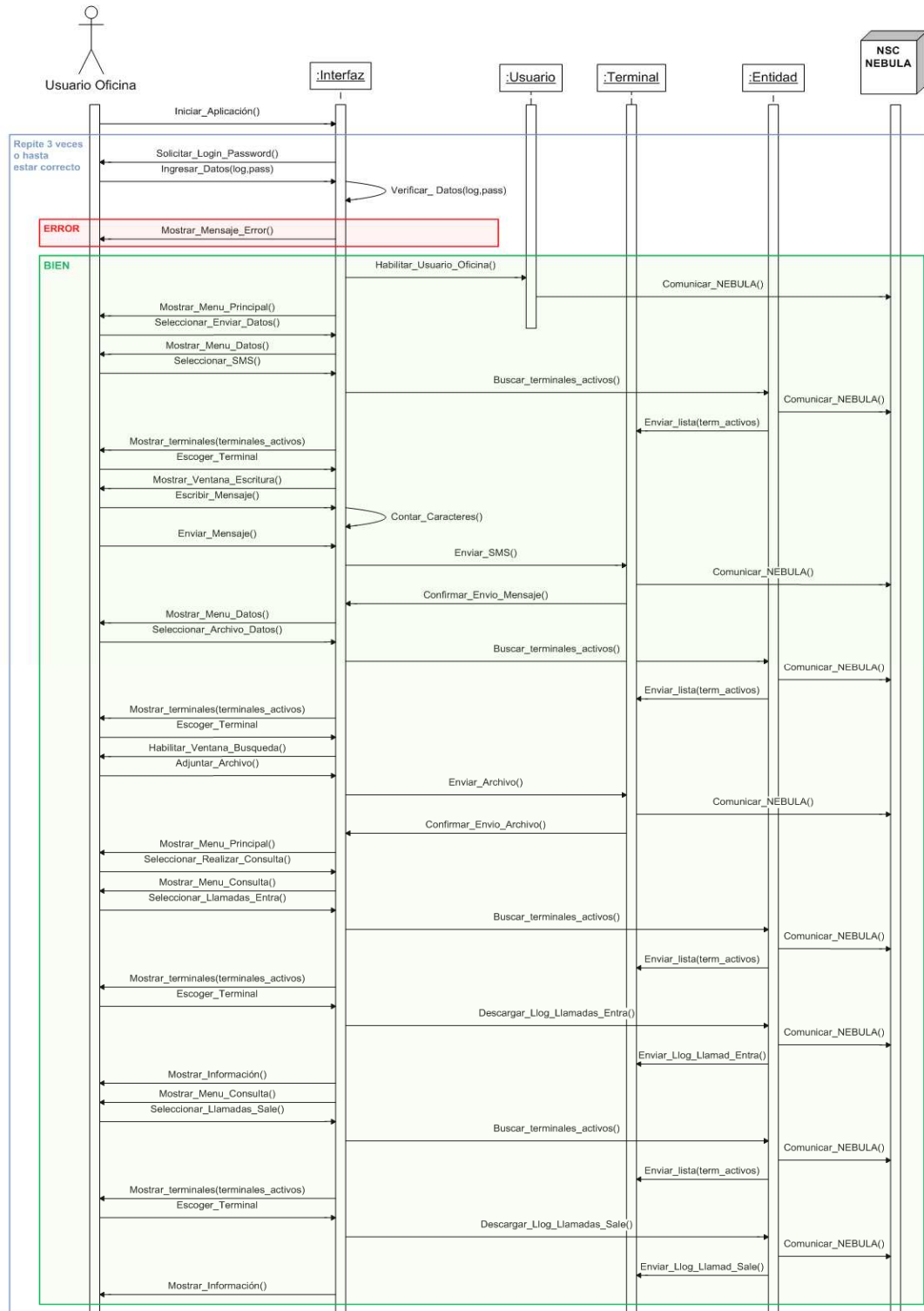
9.1 VOZ

Figura 29. Diagrama Secuencia Voz



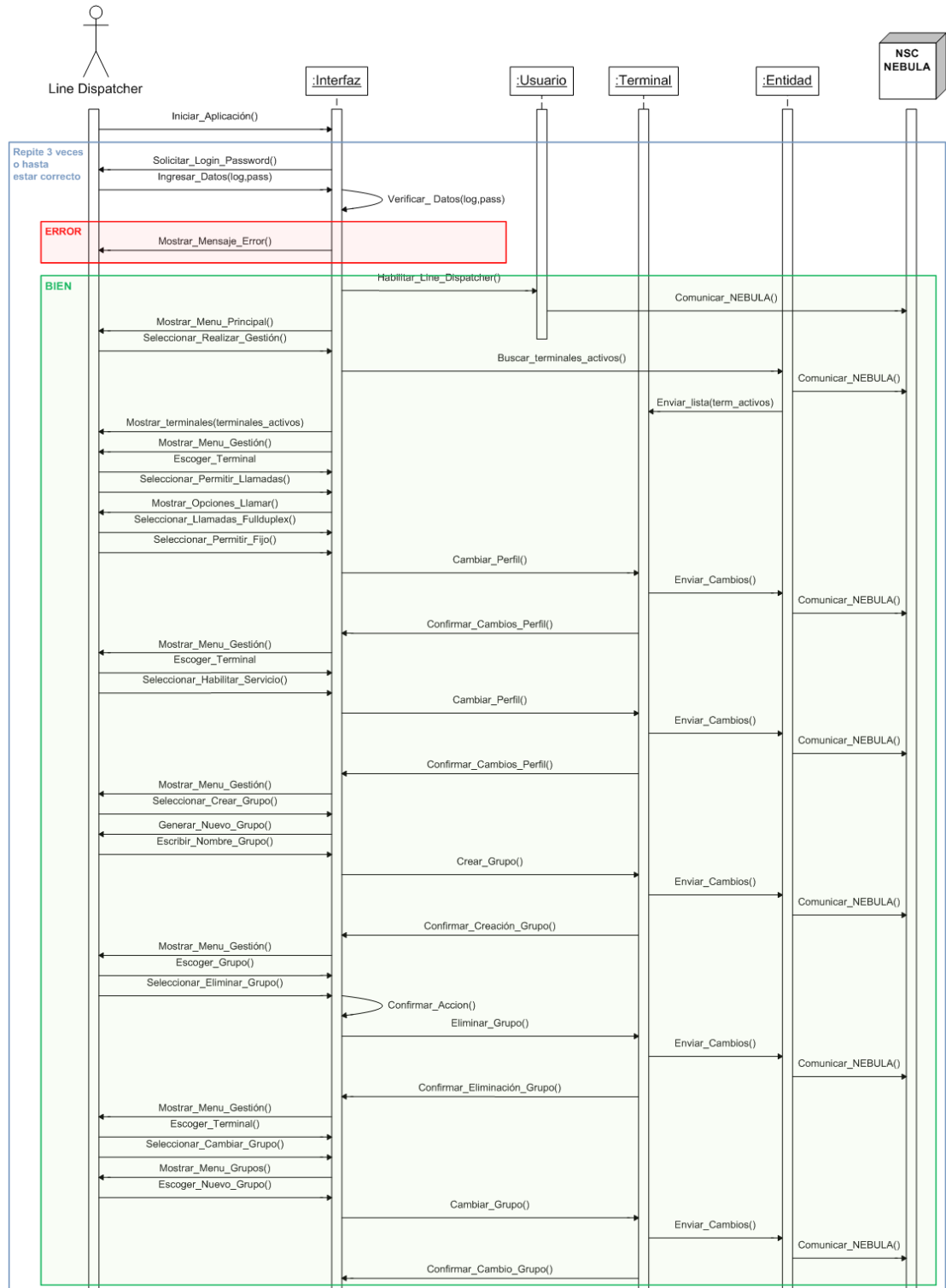
9.2 DATOS – CONSULTA

Figura 30. Diagrama Secuencia Datos



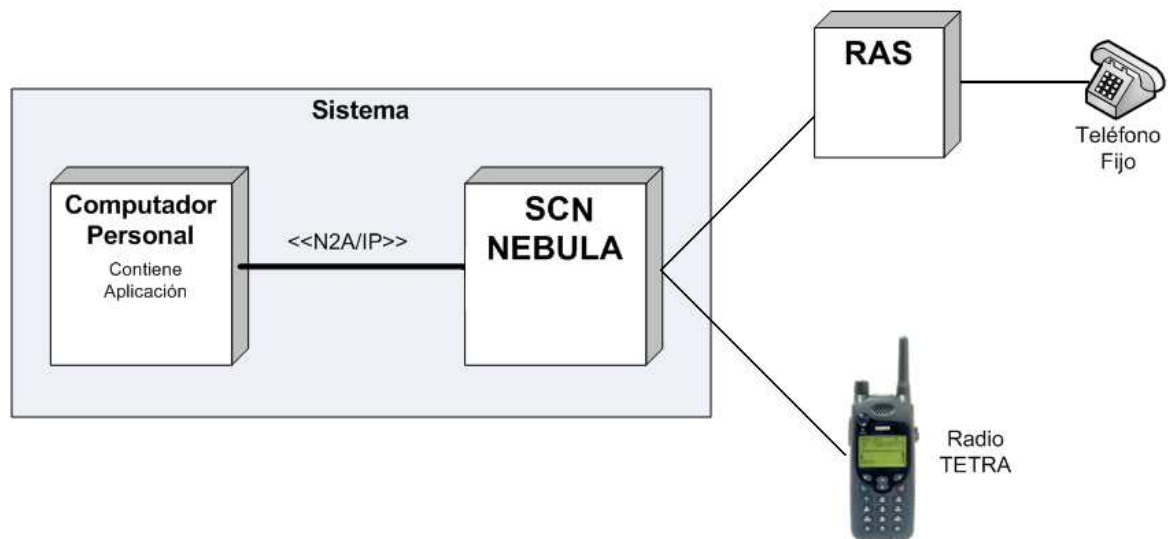
9.3 GESTIÓN

Figura 31. Diagrama Secuencia Gestión



10. DIAGRAMA DE DESPLIEGUE

Figura 32. Diagrama de Despliegue



Requisitos Mínimos Computador Personal:

- Procesador Pentium III 750 MHz
- 512 MB memoria RAM
- Periféricos Multimedia (Parlantes, micrófono)
- Conexión a Internet 56 Kbps

Componentes SCN NEBULA

- Controlador del Nodo Central (CNC)
- Servidor NMS (Sistema Administrador de Red)
- Módulo de Alarmas y Mantenimiento (MAM)
- Interfaz con BSR
- Gateway VoIP
- Gateway Telefonía
- Gateway SMS GSM
- Gateway de Mantenimiento Remoto

11. CONCLUSIONES

Durante el proceso de desarrollo de éste proyecto y una vez finalizado el mismo, los desarrolladores hemos podido obtener las siguientes conclusiones:

La red TETRA adquirida por EMCALI E.I.C.E. E.S.P. ofrece una opción para telecomunicaciones inalámbricas de alta calidad y confiabilidad basada en el sistema trunking, con tecnología de punta que permite la interoperabilidad con otras redes de telecomunicaciones tales como PABX, GSM e IP, lo que posiciona a EMCALI como pionera de ésta tecnología en el suroccidente de Colombia.

La característica primordial de TETRA, que la diferencia y se convierte en su principal ventaja sobre el Trunking tradicional es el hecho de que el estándar TETRA es completamente digital, permitiendo además de la comunicación de voz, comunicación de datos y la gestión de los terminales a través de una red IP, así como la consulta del tráfico y monitoreo de la red. Esto es importante puesto que gracias a su compatibilidad con IP, la red TETRA puede interactuar con todas las plataformas integradas en la red multiservicios de EMCALI y su gestión no está anclada al centro de gestión de Colón, sino que puede ser monitoreada y modificada desde cualquier punto con acceso a internet.

TETRA es un estándar abierto pero para que el sistema NEBULA pueda comunicarse con redes externas usando el protocolo IP -como en el caso de la aplicación que se desarrollará basada en éste documento- es necesario contar con el protocolo N2A (*NEBULA IP Interface Access*) ya que solamente a través de ese protocolo se logra la interacción entre NEBULA y redes IP. Este protocolo, propiedad del proveedor de la red TETRA, Teltronic, es el único medio por el cual se puede realizar la interoperabilidad entre NEBULA y redes externas que deseen comunicarse usando el protocolo IP, por lo que es imperativo que EMCALI adquiera el protocolo N2A si desea implementar la aplicación que se detalla en éste documento.

Dado que no se tiene un conocimiento detallado del protocolo N2A, las especificaciones para la implementación de la aplicación que se presentan en éste documento pueden estar sujetas a modificaciones en cuanto a los métodos para lograr la comunicación se refiere. En las especificaciones presentadas en éste documento no se puede hacer énfasis en los métodos para realizar la comunicación de voz o de datos entre un PC y un terminal TETRA puesto que al no tener acceso al protocolo N2A no se conoce el formato de la trama y no se puede precisar los comandos para realizar la comunicación.

En éste documento se presenta una completa descripción del diseño, casos de uso, diagramas de clase y de secuencia, así como las clases y métodos necesarios para lograr una fácil implementación de la aplicación una vez se adquiriera por parte de EMCALI el protocolo N2A. Las especificaciones presentadas en éste documento permitirán desarrollar una aplicación software que cumpla con los requerimientos técnicos y de diseño planteados por EMCALI pero también permitirá agregarle nuevas funciones o modificar las existentes al realizarse un diseño “modular”.

Se logró adquirir un conocimiento detallado de la estructura y funcionamiento de la red TETRA adquirida por EMCALI, lo cual permitió no solo desarrollar el proyecto original de las especificaciones para la aplicación software, sino que permitió tener las herramientas para contribuir con otros aspectos de la red TETRA como gestión, mantenimiento, ampliación de cobertura y capacitaciones entre otros.

El empleo de UML como lenguaje para el diseño de software permitió plasmar las funciones y métodos que emplearemos en el desarrollo de la aplicación de una manera estandarizada, de modo que la persona que implemente la aplicación conozca de manera precisa el diseño de la misma, así como sus clases, métodos y relaciones. Durante el tiempo que duró la pasantía se conoció a fondo la red TETRA y se entendió su funcionamiento, pero fue gracias a UML que se pudo moldear la aplicación y expresar en un lenguaje formal las ideas de modo que los conocimientos adquiridos sobre la red se puedan convertir en las especificaciones que darán origen a la aplicación solicitada por EMCALI.

Debido a la posibilidad de realizar gestión de la red TETRA a través de una red IP, se hace necesario contar con dos tipos de usuarios para que de ese modo los usuarios que deseen comunicarse con un terminal TETRA no puedan modificar la estructura de la red y sólo quienes tengan privilegios de line dispatcher tendrán acceso a la opción de gestión protegiendo de ésta manera la integridad de la red TETRA.

Una vez establecidos los requerimientos del proyecto, el primer paso para trabajar con UML es definir los casos de uso, puesto que es gracias a ese diagrama que enmarcamos el alcance de nuestro diseño, incluyendo lo que queremos que haga el sistema y quienes van a realizar cada acción.

Dando cumplimiento a los requerimientos funcionales del proyecto, la aplicación está pensada para ser implementada usando lenguaje Java, lo que permite la herencia de código, esto significa que la programación se puede dividir en bloques -cada bloque representa a un caso de uso- y los métodos incluidos en cada bloque pueden ser utilizados por otros bloques que cumplan con las mismas o con funciones similares, permitiendo además de la no duplicación de métodos, la posibilidad de agregar o modificar de manera sencilla alguno de estos bloques.

Los patrones de diseño se utilizaron debido a que brindan solución a problemas ya conocidos en el desarrollo de sistemas software y evitan la reiteración en la búsqueda de soluciones a problemas puntuales que se presentan en la mayoría de los desarrollos, en el caso de éste proyecto, el uso de una interfaz de usuario, una base de datos, comunicación con otra plataforma, que son funcionalidades primordiales para el software.

Al existir una serie de patrones estandarizados y conocidos por la comunidad de desarrolladores de software se hace importante el uso de estos en el desarrollo, ya que mediante la implementación de estos se hace mucho más comprensible el diseño. En el caso puntual del proyecto fue de gran importancia para facilitar la interpretación de los diagramas de Clases y lo que se pretendía con ellos.

La implementación de patrones de diseño permite que el sistema de software sea escalable, característica que es muy importante teniendo en cuenta que TETRA es un estándar relativamente nuevo y las compañías que lo ofrecen tratan de incorporar nuevas funcionalidades dentro de las plataformas ya existentes.

A pesar de que UML es un lenguaje que no está oficialmente estandarizado, el proceso descrito por la mayoría de los autores es muy similar y su apoyo en diagramas para describir los procedimientos resulta de gran utilidad para trasladar las ideas a lenguaje de programación, especialmente para quienes no tienen la experiencia de los ingenieros informáticos.

El desarrollo de ésta pasantía ha sido una actividad sumamente enriquecedora, puesto que se ha logrado poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera en una empresa prestigiosa en el campo de las telecomunicaciones y se ha desarrollado un proyecto beneficioso para dicha empresa, logrando de ésta manera que relacionemos los conocimientos teóricos con la realidad vivida en las empresas y dejando en la misma una buena imagen de los estudiantes y de la universidad.

Los objetivos planteados al inicio del proyecto se han cumplido satisfactoriamente, por ello se puede concluir que el proceso de pasantía ha sido beneficioso al máximo para todos los entes involucrados, tanto para la institución educativa cuya visión ha sido cumplida y su imagen reforzada, los alumnos que han recibido ilustración sobre los procesos industriales, como para la empresa por haber obtenido los servicios y aportes de los pasantes.

12. RECOMENDACIONES

Recomendamos a EMCALI E.I.C.E. E.S.P. desarrollar un proyecto de documentación de sus redes de telecomunicaciones, tanto TETRA como ISDN, GSM, GPRS y Wi-Max para que gracias a esa documentación se tenga un registro completo de los componentes de cada una de éstas redes pero también se desarrolle un protocolo para la atención de eventos como alarmas, fallos, mantenimiento y copias de seguridad.

A todos los entes involucrados en la figura de Pasantía (Universidad, empresas y estudiantes) recomendamos seguir ofreciendo y optando por esta oportunidad de relacionar a los estudiantes con la infraestructura y la metodología empleada por la industria en la región, ya que esta opción de trabajo de grado permite no solo que los estudiantes lleven a la práctica los conocimientos recibidos en el aula de clase sino que también permite a las empresas nutrirse de los conocimientos y ansias de aprender de los estudiantes mientras observan el desempeño de posibles candidatos a ocupar cargos dentro de la empresa.

BIBLIOGRAFIA

ARREGUI, Miguel. Tutorial de UML. Barcelona: Universitat Jaume I, Castellón, 2004. 245 p

CLEMENTS Paul; NORTHROP L. Software architecture: An executive overview. Madrid: Prentice-Hall, 2005. 453 p

First TETRA Release 2 standards approved [en línea]. Londres: ETSI, 2001. [Consultado 16 de febrero de 2008]. Disponible en Internet: <http://portal.etsi.org/tetra>

Guide ETSI Standards [en línea]. Londres: MoU, 2005. [Consultado 16 de febrero de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.tetramou.com/tetramou.aspx?&id=1201>

Latest TETRA Direct Mode Operation standards published [en línea]. Londres: ETSI, 2002. [Consultado 06 de octubre de 2007]. Disponible en Internet: <http://portal.etsi.org/tetra>

New version of TETRA General Network design approved [en línea]. Londres: ETSI, 2002. [Consultado 06 de octubre de 2007]. Disponible en Internet: <http://portal.etsi.org/tetra>

NMS [CD-ROM]. Zaragoza: Teltronic, 2007. Requerimientos del Sistema EMCALI E.I.C.E., E.S.P.

Radiocomunicaciones TETRA [en línea]. Berlín: EADS, 2005. [Consultado 16 de febrero de 2008]. Disponible en Internet: http://www.eads.com/1024/es/businet/defence/dcs/solutions/pmr/products_service_s/tetra_radio_communications/tetra_radio_communications.html

Rise of the Asian TETRA industry [en línea]: TETRA Experience 2006 China. Conference and exhibition at the Hotel New Century Beijing. Londres: MoU, 2006. [Consultado 06 de octubre de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.tetramou.com/uploadedFiles/Files/Presentations/CHINA06SRT.ppt>

STELTING Sthephen. Patrones de Diseño Aplicados a Java. Mexico: Prentice-Hall, 2003. 360 p

TANENBAUM, Andrew. Redes de computadoras. 3 ed. México: Prentice-Hall, 1997. 425 p

Technology Benefits [en línea]. Londres: MoU, 2005. [Consultado 16 de febrero de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.tetramou.com/tetramou.aspx?&id=2552>

Terrestrial Trunked Radio (TETRA) [en línea]: Final draft ETSI EN 300 392-1 V1.2.0. 2002-09. Londres: ETSI, 2002. [Consultado 06 de octubre de 2007]. Disponible en Internet: <http://portal.etsi.org/tb/status/status.asp>

TETRA [en línea]. Londres: ETSI, 2001. [Consultado 06 de octubre de 2007]. Disponible en Internet: http://www.etsi.org/etsi_radar/cooking/cooking_a.html

TETRA Interoperability [en línea]: The TETRA Association Board held a conference in Belgrade. Serbia: MoU, 2007. [Consultado 16 de febrero de 2008]. Disponible en Internet: http://www.tetramou.com/uploadedFiles/Files/Presentations/Belgrade07_Interoperability.pdf

TETRA Release 1 [en línea]. Londres: MoU, 2005. [Consultado 16 de febrero de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.tetramou.com/tetramou.aspx?&id=1181>

TETRA Standard [en línea]. Londres: MoU, 2005. [Consultado 16 de febrero de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.tetramou.com/tetramou.aspx?&id=2228>

The new frontier of the TETRA access network [en línea]: TETRA Experience 2006 China. Conference and exhibition at the Hotel New Century Beijing. Londres: MoU, 2006. [Consultado 06 de octubre de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.tetramou.com/uploadedFiles/Files/Presentations/CHINA06Basile.ppt>

Trunking Digital TETRA [en línea]. Zaragoza: Teltronic, 2007. [Consultado 06 de octubre de 2007]. Disponible en Internet: http://www.teltronic.es/soluciones.aspx?Area_ID=20&Nodl_Id=355

Trunking MPT-1327 [en línea]. Zaragoza: Teltronic, 2007. [Consultado 06 de octubre de 2007]. Disponible en Internet: http://www.teltronic.es/soluciones.aspx?Area_ID=20&Nodl_Id=356

Understanding TETRA Security [en línea]: The TETRA Association Board held a conference in Belgrade. Serbia: MoU, 2007. [Consultado 16 de febrero de 2008]. Disponible en Internet: http://www.tetramou.com/uploadedFiles/File/Presentation/Belgrade07_Security.pdf

Unified Modeling Language Specification, versión 1.5 [en línea]. New York. 2003. [Consultado 22 de abril de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.omg.org/technology/documents/formal/uml.htm>